

Organized by: Supported by:



BANDAR LAMPUNG
25-27
AGUSTUS 2019

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BIOLOGI PBI XXV

*“Pemanfaatan Biodiversitas
dalam Mewujudkan Biobased Ecogreen”*

ISBN : 978-623-93052-0-8

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXV
PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA (PBI) CABANG LAMPUNG

Tema:

“Pemanfaatan Biodiversitas dalam Mewujudkan *Biobased Ecogreen*”



TIM REVIEWER DAN EDITOR PROSIDING
SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXV 2019

REVIEWER:

Prof. Dr. Tati Suryati Syamsudin, MS., DEA.	Institut Teknologi Bandung
Prof. Dr. Sutyarso, M. Biomed.	Universitas Lampung
Dr. Ence Darmo Jaya Supena	Institut Pertanian Bogor
Endang L. Widiastuti, Ph.D.	Universitas Lampung
Rochmah Agustrina, Ph.D.	Universitas Lampung
Dr. Sumardi, M.Si.	Universitas Lampung
Dr. Bambang Irawan, M.Sc.	Universitas Lampung
Dr. Enggar Utari	Universitas Sultan Agung Tirtayasa
Dr. Yudiyanto, M.Si.	IAIN Jurai Siwo Metro
Dr. Tri Jalmo, M. Si.	Universitas Lampung
Dr. Dewi lengkana, M.Sc.	Universitas Lampung
Dr. Tedjo Sukmono, M.Si.	Universitas Jambi
Dr. Junardi, M.Si.	Universitas Tanjungpura
Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.	Universitas Lampung
Dr. Bhakti Karyadi	Universitas Bengkulu

EDITOR:

Endang L Widiastuti, M.Sc., Ph.D	Dr. Mahfut, S.Si.
Dr. Eko Kuswanto, M.Si	Median Agus priadi, S.Pd., M.Pd.
Dr. Rochmah Agustrina	Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd.
Dr. Emantis Rosa, M. Biomed.	Marlina Kamelia, M.Si.
Endang Nurcahyani, M.Si.	Achmad Arifiyanto, M.Si.
Dr. Tri Jalmo, M.Si.	Martinus, M.Sc.
Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si.	Ovi Prasetya Winandari, M.S.
Dzul F. Mumtazah, M.Sc.	

Diterbitkan oleh

Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Lampung
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung
Jalan Prof. Dr. Sumatri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

SUSUNAN PANITIA PELAKSANA
KONGRES DAN SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXV
PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA (PBI) CABANG LAMPUNG
“Pemanfaatan Biodiversitas dalam Mewujudkan *Biobased Ecogreen*.”
2019

Tema : Pemanfaatan Biodiversitas Dalam Mewujudkan “*Biobased Ecogreen*”

Subtema :

1. Ecogreen landscape/ Ecocampus
2. Ecotourism
3. Bioeducation
4. Biomedik
5. Bioteknologi
6. Bioeconomic/Etnobotani

Tempat : Gedung Serba Guna(GSG) Universitas Lampung

Susunan Panitia:

Pengarah : 1. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.
2. Prof.Dr. Bujang Rahman, M.Si.
3. Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.

Penanggung Jawab : Drs. Suratman, M.Sc.

Ketua I : Dr. Herawati Soekardi, M.S.

Ketua II : Endang L Widiastuti, M.Sc., Ph.D.

Ketua III : Drs. M. Kanedi, M.Si.

Sekretaris I : Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.

Sekretaris II : Dr. Eko Kuswanto, M.Si.

Sekretaris III : Siti Nurjannah, S.Si.,M.Si.

Bendahara I : Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.

Bendahara II : Nismah, Ph.D.

Bendahara III : Dra. Sri Murwani, M.Sc.

Seksi Kesekretariatan:

Dr. Rochmah Agustriana (Koordinator)

Dra. Yulianty, M.Si.(Wakil Koordinator)

Ika Listiana, M.Si.

Moh. Dwi Kurniawan, S.Pd.

Rori Septian

Hamdani

Dzul F Mumtazah, M.Sc.

Lili Chrisnawati, M.Si.

Anisa Oktina Sari Pratama, M.Pd.

Agung sanjaya

Nurhaida Widiani, M. Biotech

Gress Mareta, M.Si.

Seksi Acara :

Dr. Hendri Busman, M.Biomed. (Koordinator)

Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed. (Wakil Koordinator)

Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.

Dwijowati Asih Saputri, M.Si.

Oni Mastuti, S.Si.

Suci Wulan Pawhestri, M.Si.

Seksi Seminar dan Persidangan:

Dr. Sumardi (Koordinator)

Eti Ernawati, M.P. (Wakil Koordinator)

Dr. Tugiyono

Dr. Bambang Irawan, M.Sc.

Ana Maiyah, M.Si.

Thussy Eka Putri, S.Si.

Dr. Dina Maulina, M.Si.

Dr. Arwin Surbakti

Dr. Darlen Sikumbang, M.Biomed.

Seksi Publikasi Dan Prosiding:

Dr. Emantis Rosa, M. Biomed. (Koordinator)

Dr. Endang Nurcahyani, M. Si.(Wakil Koordinator)

Marlina Kamelia, M.Si.

Achmad Arifiyanto, M.Si.

Martinus, M.Sc.

Dr. Tri Jalmo, M.Si.

Wisnu Juli Wiono, S.Pd., M.Pd.

Median Agus Priadi, S.Pd., M.Pd.

Dr. Mahfut, S.Si.

Seksi Konsumsi:

Dra. CN. Ekowati, M.Si. (Koordinator) Ema Misriana, S.Si.
Dra. Tundjung TH, M.S. (Wakil Koordinator) Ophienalti DPA, S.Si.
Dra. Martha LL, M.P. Tendik Jurusan Biologi
Mahasiswa Himbio

Seksi Akomodasi:

Dr. G Nugroho Susanto, M.Sc. (Koordinator)
Ir. Salman Farisi, M.Si. (Wakil Koordinator)
Yoharnes, M.Si.
Mahasiswa Himbio

Seksi Dokumentasi:

Meizano Ardhi Muhammad, M.T.(Koordinator)
Ali Suhendra, S.Si. (Wakil Koordinator)
Wawan ASetiawan, S.Si., M.Si.
Mahasiswa Himbio

Seksi Perlengkapan :

Ketua Jurusan Biologi (Koordinator)
Ir. Zulkifli, M.Sc.
Ahmad Mahendra, S.Si.
Mahasiswa Himbio
Tenaga Kependidikan Jurusan Biologi

Seksi Bazaar dan Pameran:

Alia Larasati, S.Si, M.Si. (Koordinator)
Mahasiswa Himbio
Mahasiswa Anemon
IKABI

Seksi Ekskursi Lapangan:

Novriadi, S.Si. (Koordinator)
Jani Master, S.Si., M.Si.
Mahasiswa Himbio
Mahasiswa Anemon

Bandar Lampung, Juli 2019
Dekan FMIPA

Hak Cipta © Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Lampung
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, memperbanyak sebagian atau seluruh isi
buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Dicetak di Indonesia
Cetakan Pertama,

Diterbitkan oleh
Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Lsmpong
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung
Jalan Prof. Dr. Sumatri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

Isi diluar tanggung jawab Penerbit

ISBN 978-623-93052-0-8



9 786239 305208

SUSUNAN ACARA SEMINAR NASIONAL PBI XXV 2019
 DI BANDAR LAMPUNG, LAMPUNG
 25-27 AGUSTUS 2019

HARI/ TANGGAL	PUKUL	ACARA	PELAKSANA
Minggu/ 25 Agustus 2019	06.00 – selesai	<i>Field trip</i> Pulau Pahawang	Panitia
	19.00 – 19.30	Makan Malam Bersama Gubernur Lampung di Mahan Agung	Panitia
Senin/ 26 Agustus 2019	08.00 – 09.30	Pembukaan 1. Laporan Ketua Panitia 2. Sambutan Ketua PBI 3. Doa	Panitia
	09.30-12.00	Seminar Nasional Biologi XXV “Pemanfaatan Biodiversitas dalam Mewujudkan <i>Biobased Ecogreen</i>”, Narasumber: 1. Prof . Ryohei Kada, Ph.D 2. Prof. Dr. Djoko T. Iskandar 3. Prof. Dr. Nuryani Rustaman 4. Dr. Herawati Soekardi, M.S. 5. Ir. Anshori Djausal, M.T.	
	12.00 – 13.00	ISHOMA	Panitia
	13.00 – 15.30	<i>Paralel Session I</i>	Penanggung Jawab Ruang
	15.30 – 16.00	ISHO dan <i>Coffee Break</i>	Panitia
	16.00 – 17.00	<i>Paralel Session II</i>	Penanggung Jawab Ruang
	17.00-selesai	Penutup	Panitia

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Berkat-Nya, sehingga prosiding hasil Seminar Nasional Biologi XXV tahun 2019 dengan tema **Pemanfaatan Biodiversitas dalam Mewujudkan *Biobased Ecogreen***. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXV yang dilaksanakan pada tanggal 25-27 Agustus 2019, di Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Makalah dalam prosiding ini dikelompokkan dalam enam topik yaitu (1) Bioekonomi/ Etnobotani, (2) Bioedukasi, (3) Biomedik, (4) Bioteknologi, (5) *Ecocampus/ Ecogreen Lanscape*, (6) *Ecotourism*. Makalah ini sudah dipresentasikan dan ditelaah oleh reviwer sesuai dengan bidangnya masing-masing.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membatu terselenggaranya Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXV tahun 2019. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada tim reviwer yang telah menelaah makalah sehingga layak untuk diterbitkan. Semoga Prosiding ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi acuan ilmiah bagi masyarakat luas yang memerlukan perkembangan penelitian dibidang biologi.

Bandar Lampung, 30 Agustus 2019

Editor

**SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA
CABANG LAMPUNG**

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh, Salam sejahtera untuk kita semua.

Tabik puun,

Yang terhormat:

Ketua PBI Pusat, Bapak Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.S. beserta rombongan, para *keynote* serta *invited speakers*:

1. Prof. Ryohei Kada, Ph.D. (Sijonawate Gakuean University, Japan)
2. Prof. DR. Djoko T. Iskandar (ITB)
3. Prof. DR. Nuryani Rustaman (UPI)
1. Prof. DR. Moh. Mukri, M.Ag. (UIN Lampung)
2. DR. Herawati Soekardi, MSi. (Taman Kupu-kupu Gita Persada)
3. Ir. Anshori Djausal, MT (Dewan Pakar/Staf ahli Gubernur Provinsi Lampung)

serta para peserta seminar, selamat datang di Kota Bandar Lampung khususnya di Kampus Universitas Lampung dan Kampus Universitas Islam Negeri Lampung.

Puji syukur marilah kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberi kita limpahan rahmat dan berkahNYA sehingga kita dapat dipertemukan kembali pada acara Seminar Nasional Biologi yang ke XXV yang diselenggarakan oleh PBI cabang Lampung. Sekali lagi kami mengucapkan selamat datang dan terima kasih sebesar-besarnya atas kehadiran Bapak dan Ibu sekalian.

Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia merupakan suatu ajang pertemuan para biologiawan di seluruh Indonesia. Pada kali ini, Seminar Nasional PBI ke-25 yang diselenggarakan oleh PBI cabang Lampung bekerjasama dengan pemerintah daerah Provinsi Lampung mengangkat tema “*Pemanfaatan Biodiversitas dalam Mewujudkan Biobased Ecogreen*” yang memiliki arti tertentu. Sebagai negara dengan tingkat biodiversitasnya yang tertinggi kedua di dunia, masyarakat Indonesia selayaknya mampu meng-konservasi sumberdaya alamnya. Sumberdaya alam ini tidak saja mampu sebagai pen-suplai makanan, namun juga untuk kosmetika, obatan-obatan dan bahkan penyedia oksigen. Dengan demikian, pembangunan yang berbasis ecogreen harus mampu meng-konservasi sumberdaya alam dari biodiversitas yang kita miliki.

Seminar Nasional Biologi ke XXV ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu kami sampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada panitia penyelenggara yang terdiri dari UNILA, UIN, IAIN Metro, UM Metro yang telah mempersiapkan terselenggaranya seminar nasional ini. Kami juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, secara khusus, kepada PBI PUSAT. Terima kasih kami sampaikan juga kepada Yayasan Badak Indonesia (YABI) dan Taman Kupu-kupu Gita Persada yang telah berperan aktif dalam pelaksanaan pameran terkait dengan konservasi sumberdaya alam.

Dalam penyelenggaraan Seminar Nasional Biologi ke XXV ini, kami sadari bahwasanya masih sangat banyak kekurangannya, untuk itu kami mohon maaf sebesar-besarnya kepada seluruh narasumber dan peserta seminar. Akhir kata, saya atas nama PBI cabang Lampung, mengucapkan terima kasih atas partisipasi semua peserta dalam Seminar Nasional Biologi ke XXV yang diselenggarakan oleh PBI cabang Lampung dengan penuh harapan bahwa hasil dari seminar ini dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya kepada kita semua, khususnya terkait dalam pengembangan bioedukasi sebagai strategi dalam pelestarian dan pemanfaatan biodiversitas yang kita miliki.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	I
TIM REVIEWER DAN EDITOR PROSIDING	li
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA	lii
SUSUNAN ACARA SEMINAR	vi
KATA PENGANTAR	vii
SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA CABANG LAMPUNG	viii
DAFTAR ISI	x
MATERI KUNCI	
Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Untuk Kesejahteraan Masyarakat	xiii
Pemberdayaan Klasifikasi-Generalisasi dan <i>Tree Thinking</i> Untuk Membangun Disposisi Berpikir Generasi Muda Dalam Mengelola <i>Bioresources</i> di Indonesia	xviii
MAKALAH	
Keanekaragaman Tumbuhan <i>Lalaban</i> Jawa Barat Serta Potensinya Bagi Pengembangan Literasi Biodiversitas	1-11
Perbandingan Mikromorfologi Daun 14 Jenis <i>Ixora</i> Koleksi Kebun Raya Bogor	12-19
Isolasi dan Karakterisasi <i>Bacillus</i> sp. Proteolitik dari Kumbang Penggerek Buah Kopi	20-23
Karakterisasi Proteolitik Fungi Entomopatogen <i>Aspergillus</i> sp. dari Kecoa <i>Periplaneta americana</i>	24-27
Prevalensi Infeksi Kutu <i>Haematomyzus elephantis</i> Pada Gajah Sumatera (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) Di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas (TNWK)	28-33
Keanekaragaman Kerang (<i>Bivalvia</i>) di Sepanjang Perairan Pantai Pancur Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran	34-44
Keragaman Belalang-Belangan (Ordo Orthoptera) di Taman Nasional Gunung Merapi dan Kawasan Penyangganya	45-53
Persepsi Mahasiswa tentang <i>Education for Sustainable Development</i> (ESD) dalam Upaya Penerapan <i>Ecocampus</i>	54-61
Pengaruh Metode Pencatatan <i>Mind Mapping</i> dan Gaya Belajar Terhadap Penguasaan Konsep Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi	62-70
Keanekaragaman Ikan di Hutan Mangrove Kawasan Ekowisata Sebalang Kabupaten Lampung Selatan	71-77
Resistensi Tanaman Kentang (<i>Solanum Tuberosum</i> L.) Kultivar Atlantic Transgenik yang Mengandung Gen Penyandi Lisozim Terhadap Penyakit Busuk Lunak	78-83
Uji Efektivitas Mulsa Daun Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	84-92
Identifikasi Lalat di Area Penggembalaan Gajah Sumatera (<i>Elephas Maximus</i>)	93-100

<i>Sumatranus</i>) di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas	
Identifikasi Lalat di Lokasi Pengembalaan Kerbau Rawa (<i>Bubalus bubalis carabanesis</i>) di Desa Braja Harjosari Kecamatan Braja Selehah Lampung Timur	101-110
Konsentrasi Telomeric Repeat Binding Factor 2 (TERF-2) pada Sel Leukosit Penderita Rheumathoid Arthritis	111-117
Uji Sitotoksitas Madu Terhadap <i>Human Dermal Fibroblast</i>	118-123
Pengaruh Paparan Madu Terhadap Uji Diferensiasi <i>Human Dermal Fibroblast</i> (Hdf) Menjadi Sel Adiposit	124-130
Upaya Penentuan Resiko Penularan Penyakit DBD Menggunakan House Index (HI), Container Index (CI), Dan Breteau Index (BI) Di Universitas Lampung	131-140
Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Sukun (<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg) Terhadap Populasi Sel Spermatogenik, Diameter dan Tebal Epitel Tubulus Seminiferus Mencit (<i>Mus musculus</i> L.) yang Diinduksi Alokstan	141-154
Pengaruh Logam Berat Terhadap Pertumbuhan dan Pola Spektra Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA)	155-160
Pengaruh Kuat Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) Dari Benih Lama	161-168
Pertumbuhan Generatif Benih Lama Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) Di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet 0,2 mT yang Berbeda	169-177
Pertumbuhan Vegetatif Benih Lama Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) Di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet 0,2 Mt Yang Berbeda	178-189
Pengembangan Keanekaragaman Spesies Burung Sebagai Indikator Kualitas Ruang Terbuka Hijau Di Ketiga Kampus Universitas Lampung	190-201
Tungau Macrochelidae (Acari: Mesostigmata) Yang Berasosiasi Dengan Kumbang Scarabaeidae Di Taman Nasional Alas Purwo, Jawa Timur	202-209
Perilaku Menangkap Mangsa Pada Burung Air di Areal Lahan Basah Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur	210-213
Induksi Kalus Kantong Semar (<i>Nepenthes ampullaria</i> Jack dan <i>Nepenthes reinwardtiana</i> Miq) dengan Eksplan Daun	214-223
Seleksi <i>In Vitro</i> Planlet Anggrek Bulan [<i>Phalaenopsis amabilis</i> (L.) Bl.] Yang Diinduksi Larutan Atonik Dalam Keadaan Cekaman Kekeringan	224-229
Efektivitas Penggunaan Lks Berbasis <i>Problem Based Learning</i> Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa	230-238
Biodiversitas Kupu-Kupu (Lepidoptera: Papilionoidea) di Kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Utara	239-245
Efek Ekstrak Metanol Serbuk Daun Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>) Kultivar Lampung Utara Terhadap Semut (<i>Anoplolepis</i> sp.) Yang Bersimbiosis Dengan Kutu Putih Pada Tanaman Pepaya	246-252
Pengembangan <i>E-Modul</i> Android <i>Appyret</i> Berbasis Kearifan Lokal Lampung Pada Kelas X Sma: Studi Materi Ekosistem	253-264
Isolat Fungi Entomopatogen yang Diisolasi dari Beberapa Jenis Serangga untuk Menghambat Penetasan Telur <i>Aedes aegypt</i>	265-273
Pola Persebaran dan Kelimpahan Burung Air pada Areal Lahan Basah di Desa	274-281

Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur	
Kegiatan Pemanfaatan Lahan Pada Lahan Izin Pinjam Pakai di Kawasan Hutan Negara Untuk Lahan Pertanian Oleh Pengungsi Gunung Sinabung	282-287
Keberadaan Satwa Mangsa, Potensi Ancaman dan Harimau Sumatera (<i>Panthera tigris sumatrae</i>) di Dalam dan Sekitar Kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan Berdasarkan Kamera	288-298
Uji Efektivitas Mulsa Daun Bambu Tali (<i>Gigantochloa apus</i> (Schult. & Schult. f.) Kurz) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	299-308
Studi Jenis dan Status Konservasi Burung-Burung Yang di Perdagangan di Wilayah Metro dan Bandar Lampung	309-316
Keragaman Lebah (Apoidea) dan Perlebaran Madu Tradisional di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Jawa Timur	317-324
Model Agroforestri Empat Lapis: Sebuah Pendekatan Dalam Pengelolaan Lahan Sub Optimal di Bali Barat	325-337
Profil Indeks Massa Tubuh dan Riwayat Pemberian ASI pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran YARSI Angkatan 2016	338-344
Pengaruh Model <i>Problem Based Learning</i> Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Aspek Kompetensi	345-354
Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan	355-363
Penggunaan Bak Air Minum oleh Satwa Liar di Taman Nasional Way Kambas, Lampung	364-371
Jenis Tanaman Penyusun Tegakan sebagai Sumber Pangan di Areal Garapan Petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	372-382
Keanekaragaman Tumbuhan Buah di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Provinsi Lampung	383-393
Studi Habitat dan Keanekaragaman Burung Air di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur	394-400
Karakter-Karakter Fenotipik Pembeda Spesies Pada Cacing Laut Famili Terebellidae (Polychaeta) Di Kawasan Wisata Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat	401-409
Pengamatan Singkat Hilangnya Kelembaban Tanah Menggunakan UAV Pada Proses Suksesi Lahan di Tanah Terbuka	410-421
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Survey Question Read Reflect Recite Review</i> (Sq4r) Terhadap Kemampuan Metakognitif dan Berpikir Kritis pada Materi Makanan dan Sistem Pencernaan Makanan Kelas XI Mia SMA Negeri 5 Bandar Lampung	422-430

MATERI KUNCI

Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Untuk Kesejahteraan Masyarakat

Pemberdayaan Klasifikasi-Generalisasi dan *Tree Thinking* Untuk Membangun Disposisi Berpikir Generasi Muda Dalam Mengelola *Bioresources* di Indonesia

Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Untuk Kesejahteraan Masyarakat

Djoko T. Iskandar

Komisi bidang Sains Dasar, Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia dan
Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Keanekaragaman hayati yang didefinisikan dalam dunia ilmiah pada dasarnya sudah menyangkut semua aspek kehidupan. Dalam presentasi ini, keanekaragaman hayati yang ditekankan untuk kesejahteraan masyarakat sangat sesuai dengan definisi yang dicanangkan oleh UNESCO. Oleh karena itu aspek ilmiah yang dikemukakan, ditekankan pada hal-hal yang tidak banyak mendapat perhatian kalangan dalam kalangan ilmiah, tetapi cukup inspiratif dan menjangkau hal-hal yang kurang diperhatikan. Definisi keanekaragaman hayati dikonsentrasikan pada pemaparan dari aspek kebutuhan masyarakat, terutama dari segi mempunyai nilai jual dan manfaat, dari warna, bentuk, tekstur, atau keunikan sebagai organisme unik (warna, bentuk, ukuran, bau, rasa, besar, kecil, dll), endemik, terancam punah, atau memanfaatkan hal-hal yang bersifat penunjang menjadi fokus utama. Berbagai proses fisiologis yang biasanya dianggap sebagai hal yang kurang penting inilah yang ditonjolkan sebagai potensi komoditi yang penting atau utama, apakah dari segi pengetahuan praktis hingga kepada proses yang spesifik. Hal-hal tersebut dipresentasikan untuk dapat menciptakan alur atau arus baru, dan menjadi daya saing terhadap bangsa lain yang tidak dapat melakukan hal-hal tersebut, bukan karena batasan teknologi dan sumber daya, tetapi karena keberadaannya di tempat kita, terutama dalam keadaan hidup. Salah satu fokus yang juga ditonjolkan adalah aspek konservasi mulai dari tingkat spesies hingga ke tingkat ekosistem.

Kata kunci: biodiversitas, endemik, fisiologi unik, fungsi ekosistem, pelayanan ekosistem, konservasi.

PENDAHULUAN

Dalam kalangan umum, keanekaragaman hayati atau biodiversitas pada umumnya dikaitkan dengan jenis atau spesies, walaupun dalam bidang akademik, terdiri dari tiga unsur utama, yaitu Genetik, Spesies dan Ekosistem. Pendefinisian seperti itu tidak mendapat tentangan, tetapi hal tersebut belum mempunyai nilai jual. Mengingat lingkungan hidup sudah sangat terganggu keberadaannya, maka Unesco dalam duapuluh tahun terakhir mencanangkan keanekaragaman hayati untuk kesejahteraan masyarakat. Definisi tersebut mempunyai pro dan kontra tersendiri, tetapi hal inilah yang akan kami konsentrasikan dalam seminar ini.

Biodiversitas dalam lingkungan akademik:

- **Genetik**

Dahulu kegiatan genetika pada umumnya bersifat Mendelian, tetapi kini dengan pendekatan molekuler, penurunannya tidak harus Mendelian.

- **Spesies dan Populasi**

Spesies tidak harus dilihat sebagai unit taksonomis, tetapi hal yang unik dari suatu spesies tidak harus dilihat dari struktur atau fungsinya, tetapi bagaimana sifat tersebut kita manfaatkan.

- **Ekosistem**

Pendekatan ekosistem pada umumnya dikaitkan dengan fungsinya, kini perlu dilihat bagaimana kita memanfaatkan tanpa menghilangkan fungsi atau servicenya.

Pendekatan UNESCO:

- Keanekaragaman hayati yang dapat diukur nilainya
 - Nilai konsumtif
 - Nilai produktif
- Keanekaragaman hayati yang sukar diukur nilainya
 - Nilai Keberadaan
 - Nilai sosial-kultural
 - Nilai etis dan moral
 - Nilai estetika
- Nilai Masa Depan
 - Nilai tambah
 - Nilai servis

Peterson & Sorg (1987) menempatkan nilai tambah sebagai hal yang dapat diukur, sedangkan nilai yang sulit diukur terbagi atas nilai bagi masa depan (bequest) dan nilai yang sudah ada (existence). Parameter lainnya, misalnya nilai politis dan nilai altruistik juga diusulkan menjadi kategori tersendiri untuk kondisi tertentu. Jadi banyak pendekatan bagi masyarakat yang diusulkan (Quoc *et al.*, 2012)

Bagaimanakah biodiversitas dapat dikembangkan di Indonesia?

Mengingat aspek Genetika sudah merambah ke semua bagian, hal ini tidak akan dibahas secara terperinci. Masyarakat dalam hal ini dapat meliputi masyarakat ilmiah maupun awam. Salah satu hal yang menyulitkan adalah nilai biodiversitas pada umumnya bersifat lokal. Dalam banyak hal, nilai tersebut bersifat relatif, dapat tidak memiliki nilai dan pada kesempatan lain sangat tinggi nilainya.

Spesies

Pada dasarnya banyak sudut pandang yang dapat disikapi. Spesies endemik merupakan kekayaan utama karena tidak dimiliki bangsa lain, sehingga harus dimanfaatkan nilai endemisitasnya. Apakah relungnya, keindahannya, faktor keunikannya, kelangkaannya ataupun status keterancamannya. Jadi pendekatan bagi masyarakat dapat mengeksploitasi spesiesnya, ataupun isunya saja tanpa menyentuh spesiesnya.

Ikan berukuran besar memiliki pertumbuhan eksponensial pada masa mudanya yang dapat dieksploitasi. Sebaliknya ikan berukuran kecil, sangat berpotensi sebagai hewan laboratorium karena membutuhkan ruang yang kecil, dan penelitian dapat dilakukan dengan jumlah cuplikan yang banyak. Ikan yang berumur pendek menarik untuk dipelajari proses penuaannya. Sedangkan ikan kecil, berwarna-warni sudah pasti mempunyai nilai ekonomi sebagai hewan akuarium.

Bunga raksasa seperti *Rafflesia* dan *Amorphophallus* mempunyai pertumbuhan yang luar biasa cepatnya, tetapi belum pernah ada yang membuat model pertumbuhannya. Banyak bunga dan buah-buahan Indonesia bukan spesies endemik, tetapi sejumlah galur tetap mempunyai keunikan yang berharga untuk dieksploitasi, apakah warna, bau, maupun bentuk yang tidak umum.

Penelitian pada diatom menunjukkan bahwa mereka berkembang baik di bawah cahaya biru tetapi tidak berkembang di bawah cahaya merah adalah suatu kelainan, tetapi apa yang dapat dimanfaatkan dari fisiologi semacam ini? Daun yang terpapar kadar CO₂ yang tinggi mempunyai korelasi yang baik dengan jumlah stomata, harus dapat dimanfaatkan untuk tujuan tertentu. Penelitian yang lain menunjukkan bahwa sumsum tulang katak menjadi aktif pada saat terang bulan atau pada saat musim kawin. Informasi ini sangat penting dalam penelitian kariotip pada amfibi. Dari sejumlah penelitian yang kami lakukan, telah ditemukan banyak spesies tersembunyi (McGuire *et al.*, 2012; Linkem *et al.*, 2013; Wogan *et al.*, 2016)

Penelitian pada katak menunjukkan bahwa katak dapat melihat satu objek dengan dua bola mata, sehingga diduga mempunyai pandangan binokuler terbatas, walaupun belum dapat melihat secara stereoskopis. Penemuan katak di Sulawesi dan pulau-pulau lain di Indonesia dengan strategi reproduksi

yang sangat beraneka ragam adalah keunggulan yang sulit disaingi bangsa lain, karena harus bekerja di alam Indonesia (Iskandar et al., 2014). Analisis data spesies kelelawar dari Pulau Siberut yang meliputi informasi dari awal abad ke 20, menginspirasi adanya pertukaran spesies yang sangat dinamis dalam 110 tahun terakhir (Aninta et al., 2016)

Banyak aspek keanekaragaman hayati yang kurang memperoleh perhatian. Kulit pohon yang beraneka-ragam baik dari segi tekstur hingga warna dapat menjadi inspirasi tersendiri. Demikian pula halnya dengan serat kayu dan warna kayu belum banyak dikembangkan di Indonesia. Bagian yang dianggap “tidak berguna” perlu memperoleh sentuhan tersendiri, karena semua hampir semua sumber daya alam mempunyai nilai tambahnya tersendiri. Jadi baik keunggulan maupun kelemahan suatu spesies harus dilihat dari sudut pandang yang positif.

Ekosistem

Ekosistem buatan dapat diciptakan dari tumbuhan dengan status terancam. Selain sebagai sumber tumbuhan bibit, dapat menjadi kawasan konservasi dan dimanfaatkan untuk kegiatan tertentu, misalnya “wedding ground”. Ekosistem buatan sebaiknya juga ditujukan untuk tempat berrekrutasi dengan menggunakan keanekaragaman lokal dan unik. Selain keanekaragaman genetik, juga dipikirkan keanekaragaman yang tidak banyak tersentuh, misalnya tekstur, warna kayu, dan lainnya. Memanfaatkan keberagaman yang umumnya tidak dilirik orang menjadi cendera mata yang unik harus menjadi target utama. Keanekaragaman dari bahan yang tidak terpakai ataupun yang kita ambil hanyalah polanya juga cukup menggodanya.

Apabila ilmu manajemen mempunyai peta rantai pasok, maka kita mempunyai peta jejaring biologi. Ekosistem adalah sistem yang perlu ditiru apakah dari pergeseran unsur hara hingga kepada relasi produsen-konsumen-dekomposer. Apabila sistem tersebut dituruti dengan baik, tidak akan terjadi hilangnya atau tergradasinya suatu ekosistem (a.l. Rawa Pening, Danau Limboto dan Tondano). Hutan yang kita miliki, sebagian besar sudah menjadi lahan produksi, sehingga orang setempat kehilangan sumber daya untuk bertahan hidup. Sejumlah organisme yang tidak pernah diperhitungkan kontribusinya (misalnya lebah) kini menjadi ancaman lahan pertanian dan perkebunan, karena populasinya merosot dengan drastis dan diperkirakan ada sejumlah komoditi yang akan ikut punah.

Issue semacam ini perlu mendapat perhatian yang serius mengingat kondisi lingkungan manusia yang terdegradasi oleh kebutuhan manusia. Walaupun demikian, alam perlu dilindungi terhadap kerusakan yang terus terjadi akibat perkembangan teknologi yang sangat cepat dan diimbangi pula dengan meningkatnya jumlah umat manusia di dunia.

PENUTUP

Banyak aspek ilmiah dan non ilmiah yang unik yang ada di hadapan kita, namun belum dimanfaatkan dengan baik, oleh karena itu perlu dicetuskan atau didorong untuk dilakukan. Pemanfaatan keanekaragaman hayati bagi masyarakat pada dasarnya perlu diarahkan pada hal-hal yang tidak terlalu umum, meskipun bukan suatu hal yang baru, tetapi haruslah bersifat unik. Pemanfaatan keanekaragaman hayati tidak harus memanfaatkan organisme tertentu, tetapi dapat memanfaatkan issue keanekaragaman dari organisme tersebut. Istilah “bertuah” (endemik, terancam, kecil, unik, dll) perlu dimanfaatkan agar menjadi nilai tambah. Walaupun demikian, bumi kini sudah mencapai tingkat kerusakan yang paling parah, sehingga dalam 30 tahun kedepan diperkirakan akan terjadi kepunahan massal yang lebih mendesak dan yang tidak dapat begitu saja dikaitkan dengan perubahan iklim global.

DAFTAR PUSTAKA

Peterson GL, SC Sorg, 1987. Toward the measurement of total economic value. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

- Quoc, TV, C Kuenzer QM Vo, F Moder & N Opiel. 2012. Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators* 23: 431-446
- Wogan GOU, BL Stuart, DT Iskandar & JA McGuire. 2016. Deep genetic structure and ecological divergence in a widespread human commensal toad. *Biology Letters* 12(1): 20150807
- McGuire, JA. RM Brown, Mumpuni, A. Riyanto & N. Andayani. 2012. The flying lizards of the *Draco lineatus* group (Squamata: Iguania: Agamidae): A taxonomic revision with descriptions of two new species. *Herpetological Monographs* 21(1): 179-212.
- Linkem, CW, RM Brown, CD Siler, BJ Evans, CC Austin, DT Iskandar, AC Diesmos, J Supriatna, N Andayani & JA McGuire. 2013. Stochastic faunal exchanges drive diversification in widespread Wallacean and Pacific island lizards (Squamata: Scincidae: *Lamprolepis smaragdina*). *Journal of Biogeography*, 40(3), pp.507-520.
- Iskandar DT, BJ Evans & JA McGuire 2014. A novel reproductive mode in frogs: A new species of fanged frog with internal fertilization and birth of tadpoles *Plos One* 9 (12): e115884
- Aninta, SG, S Noerfahmi, S Wiantoro & DT Iskandar. 2016. Island is the limit: Observing species in bat species records from Siberut Islands, Indonesia. 2nd International Conference on Island Evolution, Ecology and Conservation Arquipelago, Life and Marine Sciences. Suppl. 9: 357.

Pemberdayaan Klasifikasi-Generalisasi dan *Tree Thinking* Untuk Membangun Disposisi Berpikir Generasi Muda Dalam Mengelola *Bioresources* di Indonesia

Nuryani Y. Rustaman

Biologi Fakultas PMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

“Biodiversity are still as it is whenever we ignore them and not empower them as bio-resources”

ABSTRACT

A series of studies on biodiversity instruction and its roles in helping prospective teachers and students to develop their understanding on biodiversity and their care for bio-conservation has been conducted. The study involved students, prospective teachers, teachers and lecturers. The studies were conducted at different education levels (primary school, secondary school, and tertiary education) in a number of provinces (Nangroe Aceh Darussalam, Riau, West Java, and Central Java). Data were collected by using various forms of assessment, among others: *clinical interview*, *paper and pencil test*, *essay and performance assessment*, *portfolio*, and oral test. The study focused mostly on plant diversity, whereas animal diversity was used as comparison at school level. The studies find that classification ability was closely related to thinking process and thinking ability. Students whose thinkings are at formal intellectual level show better understanding of the concepts as well as classification ability. It seems, however, that most students do not realize the importance of plant diversity. More studies on instructions strategies that can improve students meaningful learning are needed. Tree thinking, disposition of critical thinking, formative assessment, students' habits of mind, and specific teaching and learning materials are some examples of areas that need further study as sustainable bioresources development.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu dari negara yang memiliki biodiversitas yang tinggi, bahkan merupakan salah satu dari tiga megabiodiversitas untuk tumbuhan (Rustaman, 2013a & 2013b). Oleh karena keanekaragaman (keragaman) dapat dipelajari pada berbagai tingkat (gen, spesies/populasi, dan ekosistem), maka dimungkinkan untuk melakukan pembelajaran biodiversitas pada tingkat yang belum banyak dilakukan seperti: (a) menyelidiki keragaman tumbuhan bermanfaat (hias, obat bahan alam, pangan) pada tingkat gen untuk memperkaya keragamannya; (b) mengintegrasikan tujuan afektif ke dalam pembelajaran yang mengembangkan penalaran dan kemampuan klasifikasi; (c) mengembangkan “hobby” memotret dan menulis untuk memperkenalkan keragaman tumbuhan liar, langka atau potensial; (d) mengarahkan kebiasaan berpikir produktif sekaligus kebiasaan berperilaku konservatif untuk dapat dibekalkan pada generasi muda suatu bangsa.

Dalam makalah ini ingin dibahas pemberdayaan disposisi berpikir baik berpikir kritis reflektif melalui pendekatan klasifikasi-generalisasi bagi generasi muda. Hal itu dimaksudkan sebagai upaya membangun kepedulian-kolaborasi-kemandirian generasi muda dalam mengelola biodiversitas Indonesia menjadi *Bioresources* yang dimanfaatkan dan berdaya guna buat kepentingan bangsa Indonesia.

1. Pentingnya Pengelolaan Biodiversitas secara Berkelanjutan

Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah yang dapat digunakan untuk menopang kehidupan manusia, antara lain sebagai energi dari bahan bakar hayati (bioenergi) yang lebih ramah terhadap lingkungan. Istilah ‘bioenergi’ digunakan untuk sistem energi biomassa yang lebih ramah terhadap lingkungan. Istilah ‘bioenergi’ digunakan untuk sistem energi biomassa yang menghasilkan panas dan/atau listrik dan ‘biofuel’ untuk bahan bakar cair yang digunakan untuk transportasi. Pemberdayaan kehati (biodiversitas) menjadi sumber daya alam hayati dimanfaatkan dan berdaya guna, baik fungsi ekonominya, maupun fungsi ekologisnya sangat ditentukan oleh upaya bersama semua pihak (pendidik, pendidik calon pendidik, biologiwan, peneliti biologi) agar setiap warga [negara, masyarakat, dunia] memiliki kepedulian dan kesadaran turut serta secara aktif untuk melakukan *action* melalui perilaku arif dan konservasi keanekaragaman hayati pada berbagai tingkat (gen, species, ekosistem).

Pemberdayaan tersebut terlebih penting lagi untuk menunjang kepentingan penduduk dunia yang

sudah sangat mendesak, khususnya kedaulatan (kemandirian) pangan, masih banyak yang perlu dilakukan. Abad ke-21 dinyatakan sebagai abad biologi dan tahun 2010-2020 sebagai dekade keanekaragaman hayati. Melalui pemberdayaan “bioresources” ditingkatkan peran biologiwan dan pendidik biologi untuk menyelamatkan kehidupan dan keberadaan manusia di bumi. Upaya itu tidak dapat ditunda-tunda lagi karena bumi memiliki keterbatasan daya dukung dan *biosphere* sudah terlalu letih menanti *action* manusia untuk penyelamatkannya.

Pemberdayaan potensi sumber daya alam tidak terbatas pada keragaman tumbuhan dan hewan di darat atau perairan air tawar. *Bioresources* yang berada di daerah (potensi lokal) dan di pesisir (biota laut) sangat potensial untuk diberdayakan. Indonesia yang merupakan Negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang (Manapa & Rustaman, 2011) sangat memungkinkan untuk memberdayakan laut. Belum lagi kecerdasan naturalis sebagai bagian dari kecerdasan majemuk juga amat penting dan potensial untuk dikembangkan (Lazear, 2004).

2. Kondisi Pengelola Sumber daya hayati

Pakar taksonomi dan sistematika tidak akan ditemukan di antara orang Indonesia, kecuali cara membelajarkan Biodiversitas ditingkatkan dengan cara yang lebih kreatif dan melalui pengalaman esensial (Rustaman, 2005; Rustaman 2013a & 2013b). Peserta didik dan pendidik seyogianya didorong (*encouraged*) dan ditantang untuk mengembangkan kemampuan mereka untuk mengenal, mengidentifikasi, mengklasifikasi, dan mengoleksi organisme tropis di sekitar mereka, bahkan interaksi antara organisme dengan mikroorganisme. Pengalaman belajar sebelumnya dengan penekanan hanya pada mengingat nama ilmiah dari biodiversitas (tanpa mengenal spesimennya). Selain itu pengalaman belajar mereka yang terbatas pada produk klasifikasi dari pakar taksonomi sebelumnya tanpa menyadari kriteria dan dasar klasifikasinya, tidak akan menarik dan cenderung membosankan, bahkan di kalangan pakar biologi dan pendidik biologi sekali pun. Telah disadari bahwa tujuan meningkatkan pembelajaran biodiversitas dan penguasaannya perlu disertai dengan bahan-bahan ajar dan sumber-sumber yang relevan (Rustaman *et al.*, 1999; Sriyati *et al.*, 2006) sebagai titik awal menyiapkan peserta didik dalam mempelajari biokimia, genetika, dan mikrobiologi modern untuk menguasai bioteknologi pada masa kini dan masa mendatang.

Indonesia sudah mencanakan pentahapan RPJPN 2005-2025 (Priyono, 2013; BAPPENAS, 2013). Pentahapan tersebut terbagi menjadi empat tahapan, yakni RPJM 1 (2005-2009), RPJM 2 (2010-2014), RPJM 3 (2015-2019), dan RPJM 4 (2020-2025). Strategi pembangunan Indonesia mengacu kepada 4 pilar pembangunan yaitu *pro-growth*, *pro-job*, *pro-poor* dan *pro-environment*.

Disayangkan bahwa informasi ini belum disebarluaskan di kalangan biologiwan, dan pendidik, khususnya pendidik biologi.

Selain itu juga terkait dengan bioetika. Menurut Sumarno (2013), Bioetika mengandung tiga prinsip utama, yaitu¹⁾ (1) menaruh respek dan menghormati hak makhluk hidup dan kehidupan, sebagai bagian integral dari umat Illahi; (2) mempertimbangkan diperolehnya manfaat yang sebesar-besarnya dan mudhorot yang sekecil-kecilnya; (3) dan bahwa ketentuan etika kehidupan tidak boleh dikalahkan oleh dasar rasional-ilmiah semata. Prinsip dasar bioetika sangat sejalan dengan moral kehidupan yaitu: (1) tidak melanggar ketentuan agama, budaya, adat dan tata nilai kehidupan, (2) dilakukan dengan niat baik untuk mencapai kemaslahatan dan kebajikan hidup dan kehidupan, (3) dilandasi ketulusan dan kejujuran hati serta rasional pikiran, (4) memegang prinsip transparansi dan keterbukaan terhadap pihak-pihak yang berkepentingan, (5) menerapkan prinsip kehati-hatian, integritas dan tanggung jawab, serta (6) respek terhadap hidup dan kehidupan serta kelestarian/ keharmonisan sistem kehidupan. Bioetika pada dasarnya adalah ketentuan tindakan/perilaku yang dianggap benar oleh masyarakat tentang perlakuan dan atau penggunaan organisme. Perilaku yang dianggap benar tersebut harus mengacu kepada ketentuan agama, hukum, budaya, adat-istiadat dan ketentuan yang baik dan benar terhadap alam dan lingkungan.

Penelitian pendidikan pada tingkat keragaman gen dilakukan melalui penggunaan DNA tanaman hias sebagai dasar klasifikasi untuk investigasi hubungan kekerabatan atau species/kultivar baru, sebagaimana juga mempelajari keragaman pada tingkat ekosistem dengan mengkaji komunitas pembentuknya beserta interaksi antar-populasi di habitatnya. Kemampuan berpikir sistem teramat penting dibekalkan kepada peserta didik yang mempelajari biologi, apalagi membekali pendidik dan pendidik calon guru Biologi. Secara umum berpikir sistem dapat dibekalkan sebagai *General System Thinking* (GST). Berpikir sistem dapat dibekalkan melalui GST, siberetik (*cybernetics*) dan sistem dinamik

(dynamics system). Berpikir pohon (*tree thinking*) merupakan bagian dari berpikir sistem dan diperlukan untuk membekali para pendidik untuk dapat melakukan pembelajaran keanekaragaman hayati (kehati) secara bermakna, termasuk aspek afektif (disposisi)nya.

Pemberdayaan proses berpikir dalam bentuk berpikir logis, berpikir kritis, berpikir konvergen dan divergen atau berpikir fleksibel dan mengambil keputusan sangatlah penting (Rustaman, 2002). Sudah saatnya untuk mendistribusikan gagasan di antara para pendidik dan dilatihkan kepada calon pendidik biologi atau IPA secara sistematis pada berbagai jenjang. Proses berpikir melalui abstraksi dan inferensi, secara induktif atau deduktif (Rustaman, 1990) melalui klasifikasi dan generalisasi yang semua itu merupakan daya rasional untuk meningkatkan penalaran mereka, bukan hanya memanipulasi obyek secara fisik, melainkan dengan melibatkan bernalar dan bertindak terhadap obyek-obyek agar dapat memahami konsep sekaligus proses berpikir yang terkandung dalam konsep. Klasifikasi sesungguhnya tak mungkin terjadi tanpa generalisasi. Selama klasifikasi, pertama-tama obyek diobservasi, dicari kesamaannya, barulah konsepnya dapat dikuasai. Cara melakukan klasifikasi obyek sesungguhnya bergantung pada pengetahuan yang dimilikinya. Dia menggunakan pengetahuannya sebagai kriteria untuk melakukan klasifikasi. Peserta didik dengan operasi konkret hanya menggunakan konsep konkret sebagai kriteria dalam proses klasifikasinya, sedangkan peserta didik dengan operasi formal dapat menggunakan konsep abstrak sebagai kriteria dalam melakukan klasifikasi. Klasifikasi membantu manusia untuk mengenal (bio)diversitas di sekitarnya, dan memberdayakannya sebagai *bioresources*.

B. PEMBELAJARAN BIODIVERSITAS

Abad ke-21 merupakan awal dari era digital, dimana ledakan informasi yang sangat besar terjadi. Akses informasi yang begitu cepat melalui teknologi mengakibatkan orang perlu memilah dan memilih informasi secara selektif. Diperlukan kemampuan untuk bernalar dan mengambil keputusan baik dengan maupun tanpa menggunakan teknologi. Berpikir fleksibel dan pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang terkumpul merupakan kemampuan yang bersifat “transferable” dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi seperti ini tentu memunculkan perubahan paradigma pada setiap individu. Untuk itu, peran pendidikan sangat penting untuk menjembatani perubahan kehidupan abad ke-21. Pendidikan merupakan salah satu langkah manusia untuk belajar dan mengembangkan potensi yang dimilikinya. Melalui pendidikan dapat dihasilkan generasi yang memiliki keterampilan belajar dan berinovasi, keterampilan menggunakan informasi teknologi, dapat bekerja dan bertahan dengan menggunakan kecakapan hidup (*life skills*).

Berkenaan dengan tantangan dalam dunia pendidikan, pendidikan tinggi perlu lebih siap untuk membina para mahasiswanya dengan kemampuan (pengetahuan, keterampilan, sikap) yang dibutuhkan untuk itu. Pendidikan abad ke-21 saat ini bukanlah sesuatu yang asing bagi para pendidik pendidikan tinggi. Berbagai upaya perlu dirancang agar dapat memenuhi tuntutan bahkan “go beyond” tantangan abad ke-21, baik dari proses pembelajaran, asesmen atau penilaian yang dilakukan, sampai bahan ajar yang digunakan. Konsep pendidikan abad ke-21 pada dasarnya merupakan sebuah alur perkembangan zaman dan revolusi industri 4.0 yang perlu diantisipasi dalam pendidikan berbagai jenjang. *Partnership for 21st Century Learning* (P21) telah mengembangkan *framework* pembelajaran di abad ke-21, dimana *framework* tersebut menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan, pengetahuan dan kemampuan di bidang teknologi, media dan informasi, keterampilan pembelajaran dan inovasi serta keterampilan hidup dan karir (P21, 2015). US based *Partnership for 21st Century Skills* (P21), telah mengidentifikasi kompetensi yang diperlukan di abad ke-21 yaitu “The 4Cs” yang meliputi: *communication, collaboration, critical thinking, dan creativity* (NEA, 2012). Kompetensi-kompetensi tersebut penting dibekalkan pada pendidik dan peserta didik sebagai bagian dari 16 keterampilan dalam konteks bidang studi inti dan tema abad ke-21 (Rustaman, 2014 & 2019a).

Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S) telah mengelompokkan keterampilan abad ke-21 menjadi empat kategori, yaitu: *ways of thinking (creativity, innovation, critical thinking, problem solving, decision making), ways of working (communication, collaboration and teamwork), tools for working* (kesadaran sebagai warganegara, warga masyarakat, warga dunia), dan *skills for living in the world* (Griffin & Care, 2015). Adanya pengembangan keterampilan P-21 merupakan salah satu upaya agar pendidikan tidak hanya memberikan pengetahuan tentang suatu materi pelajaran (*content*), tetapi harus dapat membekali peserta didik untuk siap menghadapi permasalahan globalisasi dan mampu bertahan hidup di abad ke-21.

Kementerian Riset dan Teknologi dan kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia telah melakukan adaptasi tiga konsep pendidikan keterampilan P-21 dalam pengembangan Kurikulum 2013 (Murti, 2013). Ketiga konsep tersebut meliputi: *21st Century Skills* (Trilling & Fadel, 2009), *scientific approach* (Dyer *et al*, 2009) dan *authentic assesment* (Wiggins & McTighe, 2011). Ketiga konsep tersebut mengkaji tentang keterampilan P-21, pendekatan saintifik, dan asesmen autentik. Untuk konsep *The 21st Century Skills* atau keterampilan P-21 meliputi berpikir kritis dan memecahkan masalah, komunikasi dan kolaborasi, kreativitas dan inovasi. Untuk konsep *scientific approach* atau pendekatan saintifik berdasarkan P-21 meliputi menalar (*associating*), menanya (*questioning*), mengamati (*observing*), membuat jejaring (*networking*), mencoba (*experimenting*). Sementara itu, untuk konsep *authentic assesment* atau penilaian autentik yaitu penilaian yang berkaitan dengan tugas-tugas (*tasks*), pengambilan keputusan, dan penyelesaian masalah. Ketiga konsep pendidikan tersebut diterapkan dalam kurikulum pendidikan saat ini di Indonesia berupa Kurikulum 2013 versi 2016. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran di Indonesia merujuk pada pengembangan potensi peserta didik khususnya keterampilan P-21.

Pengembangan keterampilan P-21 dalam pembelajaran pada kurikulum 2013 versi 2016 ditunjukkan dengan adanya pembelajaran yang *student centered*. Artinya siswa ditantang untuk aktif dalam setiap proses pembelajaran, sementara pendidik lebih berperan sebagai fasilitator dan pengarah pembelajaran. Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi pendidik untuk dapat menciptakan lingkungan belajar dengan strategi pembelajaran yang tepat. Pengalaman belajar yang bermakna perlu direncanakan agar dapat memberikan stimulus/tantangan kepada peserta didik untuk dapat memiliki keterampilan P-21 selama dan setelah proses pembelajaran. Pengalaman belajar seyogianya mengarah pada upaya memberdayakan peserta didik untuk melakukan sesuatu (*power to*), membangun kerjasama (*power with*), dan mengembangkan kekuatan dalam diri siswa (*power within*). Selain itu, pengalaman belajar seyogianya dapat membantu peserta didik untuk memiliki kemampuan bernalar, menguasai pengetahuan dan teknologi, mengambil keputusan, menyelesaikan masalah, menerapkannya serta mengembangkan lebih jauh sebagai bagian dari kompetensi yang dapat ditransfer (Rustaman, 2005; Rustaman, 2013a & 2013b; Rustaman, 2019b).

1. Biodiversitas dan Filogenetik

Salah satu konsep biologi yang dapat merangsang keterampilan P-21 yaitu “Kehati” (Keanekaragaman dan Klasifikasi Makhluk Hidup). Berdasarkan hasil analisis potensi materi, kehati banyak diterapkan di kelas-kelas awal pendidikan menengah (materi Klasifikasi makhluk hidup dan penerapan prinsip-prinsip-nya dari KD 3.3 sampai dengan KD 3.9) dipelajari di SMA kelas X (sepuluh) semester 1 dan 2. Pada konsep ini, peserta didik diharapkan dapat memiliki kemampuan untuk menerapkan prinsip klasifikasi secara fenetik dan filogenetik pada kingdom Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia. Sementara itu, masih banyak pendidik yang belum dapat memahami prinsip klasifikasi, terutama dalam membuat pohon filogenetik.

Pohon filogenetik atau dikenal juga dengan istilah kladogram, filogeni, dan pohon genetik adalah suatu diagram bercabang yang merepresentasikan sejarah evolusi dari sebuah kelompok organisme (Campbell *et al*, 2008). Pohon filogenetik dapat juga diartikan sebagai representasi visual yang menggambarkan suatu hubungan evolusi antara kelompok *nested* pada suatu takson (Dees *et al.*, 2014). Pada umumnya, peserta didik mengalami kesulitan untuk menempatkan takson dalam pohon filogenetik. Hal ini mengakibatkan pohon filogenetik yang dibuat tidak dapat menggambarkan hubungan evolusi yang sebenarnya pada setiap takson (Sa’adah *et al.*, 2017).

Suatu keterampilan yang sangat penting dimiliki oleh siswa untuk mempelajari pohon filogeni (*phylogenetic tree*) disebut “*tree thinking*” (Davenport *et al.*, 2015a). *Tree thinking* didefinisikan sebagai cara untuk memahami takson bukan sebagai suatu replikasi independen

dalam suatu kelas melainkan sebagai bagian-bagian yang saling berhubungan pada pohon evolusi (O’Hara, 1997 dalam Julaeha, 2019). Tidak hanya itu, *tree thinking* diartikan juga sebagai suatu kemampuan untuk menafsirkan, menginterpretasi dan membuat diagram pohon filogenetik (Halverson, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya dituntut dapat memahami pohon filogenetik saja, melainkan juga harus dapat membuat atau mengkonstruksi sebuah pohon filogenetik dengan baik (Johnson, 2003). Kemampuan *tree thinking* akan memudahkan peserta didik dalam memahami dan membuat pohon filogenetik, sehingga sangat penting untuk dikembangkan dalam pembelajaran keanekaragaman dan klasifikasi makhluk hidup (Biodiversitas).

2. Taksonomi dan Sistematis

Taksonomi mengkaji proses dan hasil pengelompokan (klasifikasi) organisme. Kelompok-kelompok dalam taksonomi berupa takson-takson atau taksa (*taxa*). Klasifikasi dapat bermakna sebagai proses dan sekaligus sebagai hasil pengelompokan. Contoh takson dalam taksonomi antara lain filum, divisio, family, genus, species. Takson merupakan istilah kelompok secara umum, belum ada levelnya. Setelah menduduki posisi tertentu, takson dapat berkedudukan sebagai filum, division, dan seterusnya. Adapun Sistematisa mengkaji keragaman dan hubungan kekerabatan antartakson-nya. Agar tidak rancu, Sistematisa dalam biologi dikenal dengan nama Biosistematisa (Rustaman, 2005).

Biosistematisa memiliki peran utama dalam Biologi dalam menyediakan sebuah perangkat pengetahuan untuk mengkarakterisasi organisme dan sekaligus merekognisinya dalam rangka memahami keragaman. Secara fundamental, biosistematisa bertujuan untuk memahami dan mendeskripsikan keragaman suatu organisme serta merekonstruksi hubungan kekerabatannya terhadap kelompok organisme lainnya. Selain itu Biosistematisa juga mendokumentasikan perubahan-perubahan yang terjadi selama evolusinya dan mengubahnya ke dalam sebuah sistem klasifikasi yang mencerminkan evolusi tersebut. Oleh karena itu, salah satu tugas penting dari biosistematisa adalah merekonstruksi hubungan evolusi dari kelompok-kelompok organisme biologi (*natural history*). Sebuah hubungan evolusi yang direkonstruksi dengan baik dapat digunakan sebagai landasan untuk melakukan penelitian-penelitian komparatif (*comparative investigations*) misalnya dalam bidang ekologi dan biogeografi, dan penelitian terapan misalnya untuk mencari obat baru (Rustaman, 2011).

3. Perkembangan Sistem Klasifikasi Organisme

Dari hasil klasifikasi diperoleh takson dalam pelbagai tingkatannya. Termasuk proses klasifikasi organisme adalah klasifikasi biner dan klasifikasi bertingkat. Klasifikasi bertingkat merupakan pengulangan klasifikasi biner sehingga terbentuk klasifikasi bersistem. Hasil dari klasifikasi bersistem berupa sistem klasifikasi (Rustaman, 2001).

Perkembangan sistem klasifikasi dipengaruhi oleh kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (Tjitrosoedirdjo & Chikmawati, 2001). Sistem klasifikasi paling awal muncul adalah sistem klasifikasi berdasarkan perawakan atau habitus. Sistem klasifikasi berikutnya berdasarkan pada organ dan fungsi bagian tubuh organisme. Terakhir sistem klasifikasi yang mengidentifikasi hubungan kekerabatan antar-organisme dan jalur evolusinya.

a. Sistem Klasifikasi Organisme

Dari berbagai sistem klasifikasi yang pernah ada dalam Biologi, dikenal hanya ada tiga sistem klasifikasi, yakni sistem klasifikasi buatan (artifisial), sistem klasifikasi alami (natural) dan sistem klasifikasi filogenetik (hubungan kekerabatan). Semuanya disingkat menjadi sistem artifisial, sistem natural dan sistem filogenetik. Klasifikasi tumbuhan menjadi pohon, perdu, semak, herba dan liana merupakan salah satu contoh sistem artifisial. Begitu pula pengelompokan tumbuhan berdasarkan habitatnya atau berdasarkan kemampuan beradaptasi (halophyte, hydrophyte, hygrophyte) atau berdasarkan manfaatnya (pangan, sandang, obat-obatan, penyedap). Pengelompokan Linnaeus merupakan peralihan antara sistem artifisial ke sistem natural, karena pengelompokan Linnaeus tentang tumbuhan berdasarkan kondisi dan jumlah alat perkembangan (androecium dan gynaecium)-nya. Hutchinson memperkenalkan awal sistem klasifikasi filogenetik dengan memperhitungkan tingkat kemajuan-keprimitifan aspek-aspek tertentu yang menjadi karakteristik tumbuhan seperti pola percabangan, pertulangan daun, perbungaan, bagian-bagian bunga, kondisi androecium atau gynaecium, tipe plasenta (Shukla & Misra, 1979).

b. Sistem Klasifikasi Filogenetik (Fenetik dan Kladistik)

Fenetik (Yunani: *phainein*) yang berarti “terlihat”, istilah fenotipe yang berarti sama (Campbell *et al.*, 2008). Sistem Klasifikasi Fenetik digunakan untuk menentukan hubungan kekerabatan suatu organisme (taksa) yang didasarkan pada kesamaan karakter atau ciri (Hidayat & Pancoro, 2006). Sistem klasifikasi ini dikenal dengan klasifikasi numerik, yakni sistem pengelompokan organisme menggunakan algoritma numerik dari unit taksonomi yang diujikan berdasarkan karakter-karakter yang diamati (Sokal, 1958; Mukhoyyaroh, 2019). Fenetik membandingkan sebanyak mungkin karakter taksa dan tidak

melakukan upaya untuk membedakan homolog dan analog (Champbell *et al.*, 2008).

Fenetik mempresentasikan hubungan kekerabatan taksa yang disusun oleh kesamaan karakter. Semakin banyak kesamaan yang dimiliki oleh taksa, maka semakin dekat kekerabatannya. Sebaliknya semakin sedikit kesamaan karakter yang dimiliki oleh taksa, maka semakin jauh kekerabatannya. Adapun langkah fenetik menurut Sokal (1963) adalah sebagai berikut. Pertama, menentukan organisme (taksa: division/filum, kelas, family, ordo, genus, species) yang akan dianalisis hubungan kekerabatannya menggunakan fenetik. Kedua, menyeleksi karakter (*character state*) yang sama pada taksa untuk mengidentifikasi ada tidaknya karakter yang sama yang dimiliki oleh taksa lain (*overall similarity*) menggunakan koefisien asosiasi dengan konotasi biner [$1/+(v)$] untuk takson yang memiliki karakter; $0/-(-)$ untuk yang tidak]. Ketiga, menentukan tingkat kesamaan antara pasangan taksa dengan cara menghitung koefisien kesamaan taksa. Salah satu formula dalam menghitung koefisien kesamaan dengan cara membagi jumlah karakter yang sama dengan total karakter yang digunakan, dengan tujuan untuk redundansi data dan menormalkan skala-skala yang sama. Selanjutnya membuat matriks taksa terhadap koefisien kesamaan taksa atau membuat model satuan taksonomi operasional (STO) dengan tujuan untuk menyusun hasil koefisien kesamaan antar-taksa. Keempat, nilai-nilai kesamaan dalam matriks selanjutnya dibuat *clustering*, untuk mengidentifikasi pasangan taksa yang memiliki koefisien kesamaan tertinggi hingga terendah. Clustering dilakukan dengan cara mengidentifikasi pasangan taksa yang memiliki koefisien kesamaan tertinggi, disusun sampai pasangan taksa terendah, kemudian dihitung kembali koefisien kesamaan taksa yang tersisa dan disusun lagi matriks kesamaan yang baru. Kelima, rekonstruksi fenogram berdasarkan hasil *clustering*, diawali dengan membuat garis vertical (sumbu Y) dan sumbu horizontal (sumbu X), untuk selanjutnya dibuat diagram bercabang-cabang dengan garis vertikal yang diartikan sebagai koefisien persamaan atau jarak fenetik (*phenetic distance*) dan garis horizontal menunjukkan taksa yang diujikan. Hasilnya berupa fenogram yang mengacu pada hipotesis yang akan diuji (Hidayat, 2017).

Sistem klasifikasi Kladistik mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan asal usul nenek moyang. Kladistik merekonstruksi sebuah pohon filogenetik (Campbell *et al.*, 2008 & 2013; Hidayat & Pancoro, 2008; Mukhoyyaroh, 2019). Pohon filogenetik didefinisikan sebagai diagram bercabang serupa pohon yang menunjukkan hubungan evolusi antar berbagai taksa berdasarkan kemiripan dan perbedaan karakter. Jadi terdapat penekanan yang berbeda antara pendekatan fenetik dan penekanan kladistik. Fenetik lebih berfokus pada hubungan kekerabatan, sedangkan kladistik lebih berfokus pada asal usul nenek moyang antar taksa.

4. Penalaran dalam Klasifikasi dan Biosistematika

a. Klasifikasi dan Generalisasi (*Classification & Generalization*)

Dari semua makhluk hidup hanya manusia yang dapat belajar dan memikirkan bagaimana dapat terjadi transfer belajar. Manusia melakukan transfer belajar dengan memberdayakan daya nalar (*reasoning power*) nya. Manusia sebagai *Homo sapiens* memiliki *potensi untuk berpikir* (Rustaman, 2002). Terdapat lima pasang *reasoning power* menurut Kamii (1979) dan Rustaman (2011). Salah satu pasangannya adalah klasifikasi dan generalisasi. Kegiatan klasifikasi tidak dapat dipisahkan dari kegiatan generalisasi. Sebagai contoh ketika manusia melakukan pengelompokan (klasifikasi) berdasarkan persamaan dan perbedaan, pada saat yang bersamaan manusia juga melakukan generalisasi untuk mendeskripsikan karakteristik takson yang lebih tinggi (superordinat).

Penekanan hanya pada klasifikasi (juga kategorisasi dan seriasi) hanya akan menjadikan penalaran peserta didik kurang berkembang. Memilah berbagai organisme, tapi kurang mengajak untuk menemukan ciri umum taksa yang superordinat menjadikan mereka tidak memiliki *rational power* yang seimbang. Pembelajaran terkait biodiversitas yang seyogianya diajarkan belum banyak diteliti meskipun disadari bahwa materi pelajaran ini dianggap sulit dan dihafal. Kurang kompetennya pendidik yang mengajarkannya mungkin menjadi salah satu penyebab. Mereka membelajarkan keragaman sesuai pengalaman mereka ketika di pendidikan sebelumnya. Mereka menyajikan kesaling-terhubungan sistematik tumbuhan sama saja dengan menyajikan proses dan produk klasifikasi tumbuhan. Kemampuan untuk mendeskripsikan berbagai tumbuhan tropis di Indonesia tampaknya belum disadari pentingnya bagi generasi mendatang untuk mengelola kekayaan biodiversitas Indonesia yang tropis di satu pihak serta untuk mengembangkan dan menerapkan konsep di pihak lain. Bahkan akan menjadi lebih bermakna apabila dikembangkan kemampuan bernalar seperti berpikir logis, berpikir fleksibel, dan mengambil keputusan melalui proses klasifikasi dan generalisasi (Rustaman, 1994; Rustaman, 2013a).

b. Berpikir Logis (*Logical Thinking*)

Terdapat logika dalam proses pengelompokan dan dihasilkan klasifikasi logis (Rustaman, 1990). Bahkan dinyatakan bahwa klasifikasi bersama-sama dengan generalisasi merupakan salah satu pasangan dari lima pasang “rational power” (Kamii, 1979; Rustaman, 2011). Klasifikasi dalam Taksonomi melibatkan logika, seperti “all and some” dalam inclusion classification; perubahan dasar pengelompokan dalam klasifikasi ulang atau reclassification; berpikir konvergen dalam klasifikasi matriks (matrices classification); dan berpikir divergen dalam alternative classification (Rustaman, 1990). Usia munculnya kemampuan logika dalam klasifikasi tersebut pada kelompok budaya berbeda-beda (Rustaman, 1990; Oper, tanpa tahun; Phillips & Phillips, 1985).

Biosistemika melibatkan proses penalaran yang hasilnya berbentuk atau berupa “pohon” atau *tree thinking* (Radford, 1974; Wiley, 1981; Rustaman, 2005; Hidayat, 2017) dan berpikir sistem (Nuraeni, 2013; Rustaman, 2014). *Tree Thinking* dalam Sistem Klasifikasi Filogenetik dapat juga berbentuk tangga, selain berbentuk pohon (Saadah *et al.*, 2017). Mahasiswa lebih mengalami kesulitan dalam membaca pohon filogenetik berupa tangga daripada yang berupa pohon, dan lebih lagi mengalami kesulitan membuat kladogramnya. Ternyata kurikulum 2013 untuk siswa SMA sudah melibatkan pembuatan kladogram dan sistem filogenetik dalam pembelajaran Biodiversitas.

c. *Tree Thinking* dan Filogenetik

Beberapa keterampilan dalam biologi untuk meningkatkan kemampuan berpikir meliputi: observasi, klasifikasi, prediksi, analisis, evaluasi, dan penulisan laporan. Keterampilan tersebut dapat dikombinasikan dalam kegiatan pembelajaran. Berkaitan dengan kemampuan berpikir, dalam biologi dikenal dengan istilah “tree thinking”. Terdapat dua komponen penting untuk menunjukkan bahwa kemampuan *tree thinking* dapat membantu proses pembelajaran *phylogenetic tree*, yang merupakan salah satu konsep biologi yang harus dikuasai oleh pendidik dan peserta didik pada saat mempelajari klasifikasi organisme. Dua komponen yang dibahas mencakup ruang lingkup *tree thinking* dan *phylogenetic tree*. *Tree thinking* meliputi definisi dan indikator kemampuan *tree thinking*, sedangkan *phylogenetic tree* mencakup definisi, cara membaca pohon filogenetik, dan cara mengkonstruksi atau membuat pohon filogenetik.

Kemampuan *tree thinking* sangat diperlukan untuk mempelajari suatu pohon filogenetik (*phylogenetic tree*) (Dees *et al.*, 2016). Arti “tree thinking” atau berpikir pohon menunjukkan bahwa kemampuan berpikir ini selalu berkaitan dengan pohon filogenetik. Kemampuan *tree thinking* sangat diperlukan untuk dapat membaca suatu diagram pohon, misalnya akar menunjukkan nenek moyang paling awal, ranting atau cabang menunjukkan adanya divergensi dari organisme nenek moyang yang menghasilkan perubahan beragam dan membentuk organisme keturunannya. *Tree thinking* juga didefinisikan sebagai cara untuk memahami takson bukan sebagai suatu replikasi independen dalam suatu kelas melainkan sebagai bagian-bagian yang saling berhubungan pada pohon evolusi (O’Hara, 1997 dalam Julaeha, 2019; Davenport *et al.*, 2015a & 2015b). Kemampuan *tree thinking* diperlukan untuk membaca suatu pohon filogenetik, dan juga diperlukan untuk membuat atau mengkonstruksi pohon filogenetik dengan tepat (Halverson, 2011). Jadi, kemampuan *tree thinking* dapat membantu pendidik dan peserta didik membaca, memahami dan memaknai pohon filogenetik serta cara membuat suatu pohon filogenetik dengan benar.

Kemampuan *tree thinking* mencakup dua komponen penting, yakni: menafsirkan dan membandingkan pohon filogenetik dengan benar, dan dapat menghasilkan atau membuat pohon filogenetik dengan mengisolasi dan menafsirkan data informatif menjadi bukti hubungan evolusi (Halverson, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa ketika peserta didik dapat menafsirkan atau membandingkan pohon filogenetik dengan benar dan mampu membuat pohon filogenetik berdasarkan informasi bukti hubungan evolusi, maka mereka memiliki kemampuan *tree thinking*. Agar seorang pendidik dapat melakukan analisis terhadap peningkatan kemampuan *tree thinking*, maka diperlukan upaya untuk menyiapkan indikator yang harus ada dalam kemampuan tersebut. Indikator tersebut diamati atau diases oleh pendidik sesuai dengan luaran yang dihasilkan oleh peserta didik. Terdapat delapan indikator kemampuan *tree thinking* yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk mempelajari sebuah pohon filogenetik (Novick & Catley, 2016). Kedelapan indikator tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemampuan *Tree Thinking*

Indikator Kemampuan	Deskripsi Kemampuan
Identifikasi karakter	Identifikasi <i>synapomorphy</i> pada dua atau lebih <i>taxa</i> yang disebabkan oleh pewarisan karakter dari MRCA (nenek moyang terbaru yang muncul) mereka.
Identifikasi <i>taxa</i>	Identifikasi serangkaian <i>taxa</i> yang memiliki karakter tertentu.
Identifikasi/Evaluasi <i>klad</i>	Evaluasi apakah serangkaian <i>taxa</i> sudah sesuai dengan <i>klad</i> .
Hubungan evolusi: Struktur terselesaikan	Menilai keterkaitan evolusi relatif pada sejumlah jenis <i>taxa</i> yang telah selesai dibuat (misalnya tiga taksa).
Hubungan evolusi: Politomi	Menilai keterkaitan evolusi relatif pada tiga jenis <i>taxa</i> yang membentuk politomi (tidak ada dua <i>taxa</i> yang memiliki nenek moyang bersama dari takson ketiga).
Kesimpulan	Menggunakan informasi yg digambarkan dalam kladogram untuk membuat kesimpulan menurut hubungan filogenetik.
Urutan Evolusi	Identifikasi urutan tampilan karakter pada jalur evolusi yang ditentukan.
Evolusi Konvergen	Mengenali bahwa karakter yang muncul pada banyak cabang dalam kladogram mengindikasikan evolusi konvergen.

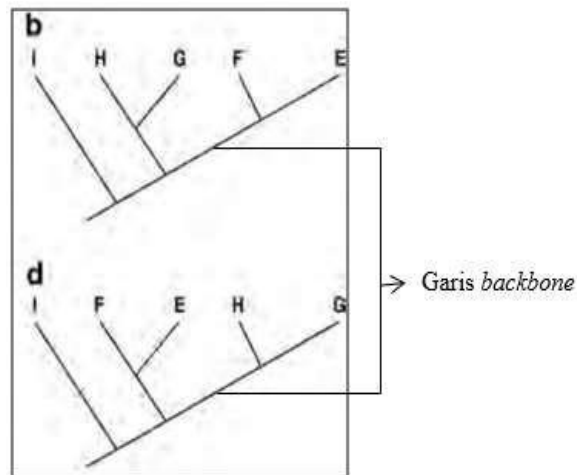
(Sumber: Novick & Catley, 2016)

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat delapan indikator utama untuk mengenali apakah siswa memiliki kemampuan *tree thinking* atau tidak. Indikator-indikator yang ditunjukkan pada tabel membuktikan bahwa kemampuan *tree thinking* tidak hanya ditunjukkan pada kemampuan peserta didik dalam menginterpretasi pohon filogenetik, tetapi mampu membuat pohon filogenetik dengan baik. Interpretasi pohon filogenetik yaitu peserta didik harus mampu mengidentifikasi karakter evolusi (karakter *syn-apomorphy*, *automorphy*, *pleseimorphy*). Peserta didik juga harus mampu melakukan identifikasi terhadap suatu **klad** apakah sudah sesuai dengan konsep klad atau tidak. Adapun suatu taksa dianggap menerapkan konsep klad apabila taksa tersebut membentuk suatu monofiletik. Selanjutnya, peserta didik juga harus mengidentifikasi hubungan filogenetik (mono-, para-, poli-filetik). Selain itu, peserta didik juga harus mampu menjelaskan urutan evolusi dan menyimpulkan kladogram (diagram pohon filogenetik) berdasarkan informasi hubungan filogenetik. Apabila mereka sudah mampu menunjukkan indikator yang disebutkan di atas, maka mereka sudah memiliki kemampuan *tree thinking*.

Tree thinking selalu berhubungan dengan pohon filogenetik, karena kemampuan tersebut sangat diperlukan untuk membaca, memahami dan membuat pohon filogenetik. Sementara itu, pohon filogenetik atau dikenal juga dengan istilah kladogram, filogeni, dan pohon genetik merupakan suatu diagram bercabang yang merepresentasikan sejarah evolusi dari sebuah kelompok organisme (Campbell *et al.*, 2008). Kelompok organisme yang dihubungkan oleh garis keturunan yang akan membentuk suatu filogeni atau disebut juga dengan kladistik (klad) (Johnson, 2003). Kladistik menunjukkan suatu filogeni berupa diagram silsilah keluarga berdasarkan persamaan yang berasal dari nenek moyang bersama (karakter keturunan). Melalui filogeni, dapat diidentifikasi morfologi, fisiologi, kebiasaan/perilaku berbeda dari organisme dan dihubungkan dengan nenek moyang bersama. Kladogram bukan merupakan pohon keluarga atau diagram silsilah keluarga sesungguhnya. Pada kladogram tidak disampaikan informasi langsung tentang leluhur dan keturunan yang berasal dari siapa. Sebaliknya, disampaikan informasi perbandingan berupa hubungan relatif dari organisme. Pohon filogenetik dapat juga diartikan sebagai representasi visual yang menggambarkan suatu hubungan evolusi antara kelompok *nested* pada suatu takson (Dees *et al.*, 2014). Pohon filogenetik merupakan suatu diagram yang sederhana yang menggambarkan asal usul dan evolusi kelompok organisme. Berarti, pohon filogenetik berupa diagram yang menggambarkan hubungan evolusi kelompok organisme yang ada pada suatu takson atau disebut juga sistematik (Johnson, 2003).

Diagram pohon filogenetik berupa percabangan yang membentuk suatu pola. Pola percabangan pada beberapa kasus sesuai dengan klasifikasi berjenjang dari kelompok yang termuat dalam kelompok-

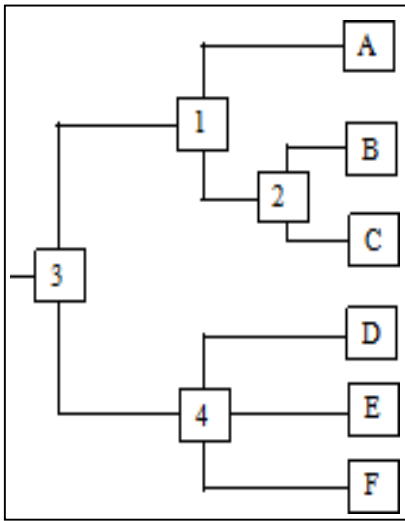
kelompok yang lebih inklusif. Namun dalam situasi lain kesamaan tertentu di antara organisme-organisme dapat menyebabkan suatu spesies ditempatkan ke dalam suatu kelompok organisme lain daripada ke dalam kelompok organisme yang berkerabat paling dekat dengan spesies tersebut (Campbell *et al.*, 2008). Selanjutnya, cabang pada pohon filogenetik dapat berputar di sekitar nodus dan masih mewakili pola percabangan yang sama, sehingga hubungan antara takson sama. Pola percabangan ini harus benar-benar dipahami oleh pendidik dan peserta didik agar mereka dapat membaca dan memahami suatu pohon filogenetik dengan benar, tidak mengalami miskonsepsi permanen (Rustaman, 2019b).



Gambar 1. Diagram Hubungan Evolusi antara Taxa E-I (Novick & Catley, 2012)

Adapun miskonsepsi yang dialami peserta didik biasanya pada saat menafsirkan keterkaitan spesies berdasarkan kedekatan ujung cabang (Eddy, 2013; Julaeha, 2019). Miskonsepsi terjadi pada penafsiran garis “backbone” sebagai suatu entitas yang koheren (berkaitan satu sama lain) ketika cabang kladogram diputar pada nodus. Hal itu mengakibatkan peserta didik lebih memilih untuk menjaga garis “backbone” tetap utuh, dan akan berpengaruh pada hasil pembuatan kladogram atau pohon filogenetik yang kurang tepat. Sementara itu, pada kladogram atau pohon filogenetik, setiap baris mewakili garis keturunan yang berakhir pada takson tertentu. Garis “backbone” yaitu garis yang diproyeksikan oleh garis lain, umumnya terdapat pada pohon filogenetik dengan format diagonal (Gambar 2). Pada saat kladogram diputar pada nodus, garis “backbone” dapat digunakan untuk mengakhiri atau membuat takson lainnya (Novick & Catley, 2012; Julaeha, 2019).

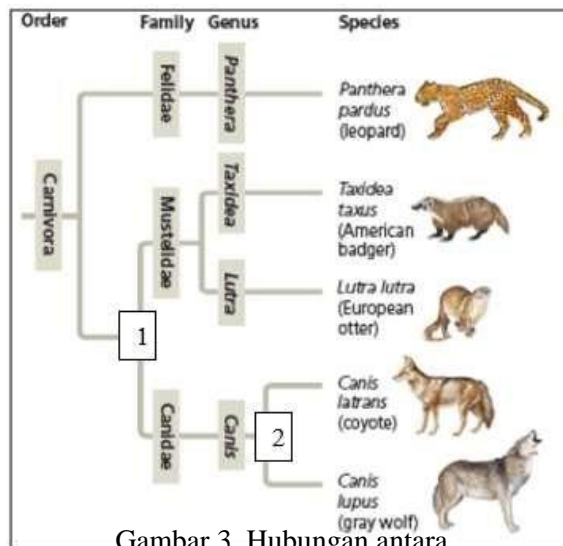
Suatu pohon filogenetik merepresentasikan hubungan evolusioner antar takson. Hubungan evolusioner ini sering digambarkan dalam bentuk dikotomi atau titik percabangan (*branch point*) dua arah. Setiap titik percabangan menggambarkan suatu divergensi antara dua garis keturunan evolusioner dari nenek moyang bersama. Hal itu dapat ditunjukkan dari adanya divergensi karakter yang membentuk karakter khas (automorfi) dari suatu takson (Campbell *et al.*, 2008).



Gambar 2. Cara Membaca Pohon Filogenetik (Campbell *et al.*, 2008)

Pada Gambar 2 terdapat empat titik percabangan atau disebut juga dengan nodus (nomor 1, 2, 3, 4). Titik percabangan nomor 1 merepresentasikan garis keturunan nenek moyang takson A-C, sedangkan nomor 2 merepresentasikan garis keturunan nenek moyang terbaru pada takson B-C. Taksa B dan C adalah suatu takson saudara (*sister taxa* atau *sister group*) karena kedua takson saling berbagi nenek moyang secara bersamaan sehingga menjadi kerabat terdekat satu sama lain. Titik percabangan nomor 3 merepresentasikan garis keturunan nenek moyang bersama yang terbaru dari keseluruhan takson yang ada pada pohon filogenetik (Takson A-F). Titik percabangan nomor 4 merepresentasikan garis keturunan nenek moyang yang terbaru pada takson D-F. Titik percabangan nomor 4 membentuk sebuah politomi, yaitu pola divergensi yang belum terpecahkan. Setiap cabang dapat dirotasi/diputar di sekitar titik percabangan tanpa mengubah hubungan evolusionernya (Campbell *et al.*, 2008).

Terdapat dua poin kunci dalam pohon filogenetik, yakni: (i) urutan percabangan dalam sebuah pohon tidak harus menunjukkan usia sesungguhnya (absolut) dari spesies tertentu, dan (ii) sebuah takson pada sebuah pohon filogenetik tidak ber-evolusi dari takson disampingnya (Campbell *et al.*, 2008). Umpamanya, pohon pada Gambar 3. tidak menunjukkan bahwa srigala berevolusi lebih belakangan dibandingkan linsang eropa. Untuk menunjukkan kapan srigala dan linsang eropa berevolusi, pohon tersebut harus menyertakan divergensi tambahan dalam setiap garis keturunan dan waktu terjadinya pemisahan-pemisahan tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa srigala tidak berevolusi dari koyote atau sebaliknya. Namun, dapat diartikan bahwa garis keturunan yang mengarah pada srigala dan koyote berasal dari nenek moyang bersama. Titik percabangan 1 merepresentasikan nenek moyang bersama yang baru dari semua anggota family Mustelidae dan anjing (Canidae). Titik percabangan 2 merepresentasikan nenek moyang bersama yang baru dari koyote dan srigala abu-abu (Jualeha, 2019). Kesalahan dalam interpretasi pohon filogenetik juga dapat terjadi pada penafsiran keterkaitan antar taksa yang dilihat pada kedekatan ujung cabang. Pada Gambar 3 misalnya, pada Berang-berang Eropa dan Koyote akan menimbulkan kesalahan interpretasi karena posisi kedua takson yang berdekatan akan dianggap sebagai taksa saudara (*sister group*) yang berkaitan erat satu sama lain.



Gambar 3. Hubungan antara Klasifikasi dan Filogeni (Campbell *et al.*, 2008)

Sementara itu, pada kenyataannya kedua takson tersebut memiliki hubungan filogenetik yang jauh. Hal itu tampak pada cabang yang membentuk kedua takson berbeda. Artinya, kedua takson memiliki *most recent common ancestor* (MRCA) atau nenek moyang terbaru yang berbeda dan tidak berasal dari satu monofiletik, sehingga bukan merupakan takson yang saling berkaitan satu sama lain (Dees *et al.*, 2014).

Pembuatan atau konstruksi pohon filogenetik harus fokus pada karakter kunci yang dimiliki oleh beberapa organisme karena karakter tersebut menunjukkan garis keturunan dari nenek moyang bersama (Johnson, 2003). Terdapat beberapa langkah untuk mengkonstruksi pohon filogenetik. *Pertama*, membedakan ciri-ciri analog (karena hanya homolog yang merefleksikan sejarah evolusi). Selanjutnya, memilih metode untuk menyimpulkan filogeni dari karakter-karakter homolog. Salah satu metode yang menggunakan karakter bersama untuk pengelompokan organisme adalah kladistik. Pada metode ini, spesies ditempatkan pada kelompok yang disebut *clade* (klad), yang masing-masing mengandung satu spesies nenek moyang dan semua keturunannya. Akan tetapi, sebuah takson setara dengan sebuah klad hanya jika takson tersebut monofiletik, yang menandakan bahwa takson terdiri dari satu spesies nenek moyang dan semua keturunannya (Campbell *et al.*, 2008). Metode lain yang dapat digunakan untuk pengelompokan adalah menggunakan algoritma numerik dari unit taksonomi yang diuji berdasarkan karakter-karakter yang diamati. Klasifikasi numerik dibedakan menjadi fenetika dan kladistika. Klasifikasi fenetika dilakukan berdasarkan kesamaan menyeluruh (*overall similarity*), sedangkan klasifikasi kladistika didasarkan pada sejarah evolusi takson (Hidayat, 2017).

Langkah untuk membuat kladogram atau pohon filogenetik berdasarkan metode algoritma numerik, meliputi: 1) Melakukan identifikasi semua makhluk hidup yang akan dibuat kladogram-nya. Cakupan identifikasi: 1) terkait dengan identifikasi homologi; 2) Memilih jenis-jenis makhluk hidup yang akan dibuat kladogramnya (jenis-jenis makhluk hidup ini disebut kelompok dalam (*ingroup*) untuk dianalisis; 3) Memilih satu jenis makhluk hidup yang dimasukkan kelompok luar (*outgroup*) sebagai kelompok makhluk hidup yang memiliki ciri-ciri primitif (ciri-ciri nenek moyang) diberi skor nol; 4). Membuat tabel karakter dan menghitung jumlah perubahan evolusi untuk dibuat urutannya; 5). Membuat kladogram berdasarkan tabel karakter dan jumlah perubahan evolusi yang dibuat pada langkah keempat (Hidayat, 2017).

Simulasi analisis kladistika dapat dilihat pada kasus: “terdapat empat marga, yaitu A, B, C, Terdapat lima karakter yang diseleksi pada marga tersebut, yaitu spata (1), aromatis (2), perbungaan jantung (3), perbungaan tegak (4), dan rizoma (5)”. Matriks x karakter adalah:

Tabel 2. Contoh Matriks X Karakter dalam Pembuatan Pohon Filogenetik

Spesies/marga	1	2	3	4	5
<i>Outgroup</i>	0	0	0	0	0
A	1	0	1	0	0
B	1	0	0	0	0
C	0	1	0	0	1
D	0	1	0	1	1

Keterangan: 0 “tidak ada”, 1 “ada”.

Berdasarkan matriks x karakter di atas, langkah selanjutnya untuk menganalisis kladistika adalah menghitung jumlah perubahan evolusi dan marga diurutkan dari yang paling primitif ke marga paling maju (Julaeha, 2019). Perlu diketahui, semakin banyak jumlah perubahan evolusi maka marga semakin maju. Berdasarkan Tabel 3, terdapat dua marga yang memiliki jumlah perubahan evolusi sama yaitu marga A dan C, masing-masing memiliki jumlah perubahan evolusi yaitu 2. Hal ini berarti, diperlukan melihat jumlah karakter bersama untuk menentukan karakter yang paling tepat.

Tabel 3. Contoh Matriks X Karakter dalam Pembuatan Pohon Filogenetik

Spesies /marga	1	2	3	4	5	Jumlah perubahan evolusi
<i>Outgroup</i>	0	0	0	0	0	0
B	1	0	0	0	0	1
A	1	0	1	0	0	2
C	0	1	0	0	1	2
D	0	1	0	1	1	3

Kemungkinan urutan yang terjadi (primitif ke maju): 1). B-A-C-D dan 2). B-C-A-D. Untuk menentukan karakter bersama, kedua kemungkinan urutan diuraikan dalam bentuk matriks x karakter.

Tabel 4.
Contoh Matriks P Karakter (B-A-C-D)

Spesies/ marga	1	2	3	4	5
B	1	0	0	0	0
A	1	0	1	0	0
C	0	1	0	0	1
D	0	1	0	1	1

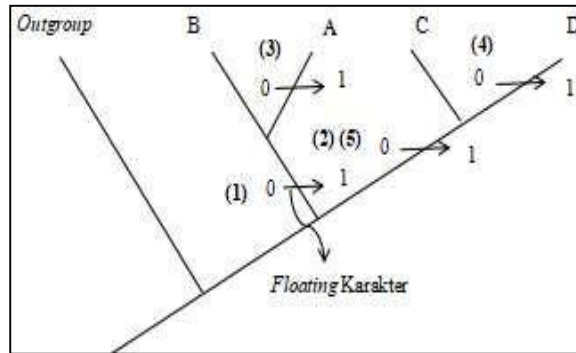
Tabel 5.
Contoh Matriks Q Karakter (B-C-A-D)

Spesies/ marga	1	2	3	4	5
B	1	0	0	0	0
C	0	1	0	0	1
A	1	0	1	0	0
D	0	1	0	1	1

Berdasarkan uraian matriks x karakter pada kedua kemungkinan urutan yang terjadi, dapat dilihat bahwa urutan B-A-C-D memiliki karakter bersama berjumlah 3 (Tabel 4), sedangkan pada urutan B-C-A-D tidak memiliki karakter bersama (Tabel 5). Hal ini menunjukkan urutan paling tepat untuk pembuatan pohon filogenetik adalah B-A-C-D, karena memiliki sin-apomorfi yang lebih banyak dibandingkan dengan urutan B-C-A-D. Selanjutnya, setelah mengetahui urutan yang paling tepat, dibuat pohon filogenetiknya dalam bentuk kladogram (lihat Gambar 4).

Pohon filogenetik pada Gambar 4 dapat diinterpretasikan sebagai berikut. Urutan kemunculan taksa adalah B-A-C-D. Spesies AB dan CD adalah kelompok monofiletik. Spesies AB memiliki karakter berupa spata (1), spesies CD memiliki karakter aromatis (2) dan rizoma (5). Ciri khas spesies A adalah memiliki perbungaan seperti jantung, sedangkan spesies D memiliki ciri khas perbungaan tegak.

Pembuatan pohon filogenetik dapat juga dilakukan dengan mengikuti beberapa langkah, antara lain: 1. membuat daftar kelompok organisme yang akan dibuat pohon filogenetik; 2. Menganalisis hubungan evolusi yang terjadi pada setiap organisme, sehingga membentuk hubungan erat satu sama lain antara organisme; 3. Menggambar diagram pohon untuk menunjukkan hubungan evolusi pada organisme tersebut; 4. memberi tanda angka (*numbering*) pada setiap nama-nama organisme untuk mengidentifikasi setiap kelompok dalam diagram pohon yang dibuat; 5. Menambahkan teks dan grafik untuk melengkapi deskripsi atau penjelasan dari diagram pohon tersebut, sehingga mudah dipahami (Young, White, & Skurtu, 2013).



Gambar 4. Contoh pohon Filogenetik

Tabel 6. Pembuatan Pohon Filogenetik

No	Indikator	Deskripsi Indikator
1.	Mengidentifikasi karakter evolusi	Identifikasi karakter evolusi (sinapomorfi, pleseimorfi, apomorfi, simplesiomorfi, & automorfi) pada pohon filogenetik.
2.	Mengidentifikasi hubungan filogenetik	Identifikasi hubungan filogenetik (monofiletik, parafiletik, dan polifiletik) pada pohon filogenetik.
3.	Menerapkan konsep <i>clade</i>	Evaluasi apakah serangkaian taksa sudah sesuai dengan <i>clade</i> .
4.	Menentukan nenek moyang bersama terbaru (MRCA)	Identifikasi nenek moyang bersama paling baru (MRCA) pada pohon filogenetik.
5.	Menentukan <i>sister group</i> (hubungan kekerabatan antar-taksa)	Identifikasi spesies atau takson yang memiliki hubungan kekerabatan satu sama lain (<i>sister group</i>).
6.	Menentukan topologi pohon filogenetik	Identifikasi pola/jenis percabangan yang terbentuk (topologi) pada pohon filogenetik berupa bifurkatus & politomi.
7.	Mendeskripsikan jumlah perubahan evolusi	Menunjukkan jumlah perubahan evolusi yang terjadi pada beberapa spesies yang ditentukan.
8.	Mengurutkan evolusi karakter pada spesies	Identifikasi urutan tampilan karakter pada jalur evolusi yang ditentukan.
9.	Membuat pohon filogenetik	Membuat pohon filogenetik berdasarkan karakter yang diamati dengan metode numerik.

Partnership for 21st century skills membuat suatu kerangka kompetensi abad 21 yang menjelaskan bahwa *system thinking* merupakan salah satu bagian dalam keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan pada abad 21. Partnership for 21st century skills mendefinisikan berpikir kritis sebagai alasan yang efektif (menggunakan berbagai penalaran), *system thinking* (menganalisis komponen yang saling berinteraksi untuk menghasilkan keseluruhan dalam sistem yang kompleks), membuat penilaian dan keputusan (mengevaluasi secara efektif dan bukti & argumen) serta penyelesaian masalah (mengidentifikasi dan mengajukan pertanyaan penting yang mencari solusi yang tepat dari berbagai sudut pandang) (National Education Association, 2012; Ventura & Dicerbo, 2017). *System thinking* merupakan bagian dari berpikir kritis karena memerlukan penalaran (*reasoning*) kuat berupa konseptualisasi, analisis dan sintesis informasi yang didapat dari berbagai sumber untuk mengambil keputusan. Penyusunan argumen ini memerlukan kemampuan dalam menyusun pertanyaan-pertanyaan yang relevan dalam struktur logis, sebuah proses yang menghantarkan pada *system thinking*.

Kemampuan berpikir termasuk berpikir logis, kritis dan berpikir sistem memerlukan disposisi berpikir yang sesuai selain keterampilan berpikirnya. Berpikir kritis memerlukan disposisi berpikir kritis (Facione *et al.*, 1994 dalam Ennis, 1996). Berpikir sistem juga melibatkan berpikir kritis, atau dalam berpikir kritis terdapat berpikir sistem. Sementara itu Ennis (dalam Costa, 1985) memperkenalkan *ability* (yang melibatkan *critical thinking skills*) dan *disposition* dalam berpikir

kritis. Hasil membandingkan disposisi berpikir kritis menurut Ennis dan menurut Facione menemukan adanya persamaan di antara keduanya. Terdapat sejumlah indikator disposisi berpikir kritis dengan karakteristiknya masing-masing, berikut sub indikatornya. Dalam Tabel 7 disajikan rincian disposisi berpikir kritis tersebut.

Tabel 7. Disposisi Berpikir Kritis

Indikator	Karakteristik	Sub Indikator
1. Mencari kebenaran (<i>Truth Seeking</i>)	Kebiasaan selalu menginginkan pemahaman terbaik tentang situasi tertentu, disertai alasan dan bukti	<ul style="list-style-type: none"> Keinginan mencari kebenaran terhadap pengetahuan yang diperoleh; Jujur & Objektif; Secara terus menerus menilai fakta dan informasi baru.
2. Berpikir terbuka (<i>Open mindedness</i>)	Kecenderungan berpikir terbuka, memiliki sikap toleransi terhadap pendapat orang lain	<ul style="list-style-type: none"> Mengeksplor pandangan alternatif; menghargai dan memahami berbagai pendapat
3. Kemampuan menganalisis (<i>Analityicity</i>)	Kecenderungan untuk berhati-hati terhadap apa yang terjadi berikutnya (antisipasi konsekuensi baik/buruknya situasi, pilihan, proposal dan rencana	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan pemikiran & penggunaan bukti u/ menyelesaikan masalah; mengantisipasi potensi konsepsi/ kesulitan dalam pelaksanaan; menghubungkan hasil observasi
4. Kemampuan sistematis (<i>Systematicity</i>)	Kebiasaan bekerja keras untuk menyelesaikan masalah dengan disiplin, tertib, dan sistematis	<ul style="list-style-type: none"> Mengorganisasi pendekatan untuk menyelesaikan masalah; memiliki kepekaan, focus, teliti.
5. Kepercayaan diri (<i>Self Confidence</i>)	Kecenderungan untuk mempercayai penggunaan akal dan berpikir reflektif untuk menyelesaikan masalah	<ul style="list-style-type: none"> Mencari & menilai penalaran; kecenderungan mempertimbangkan perlu tidaknya mengajukan pertanyaan
6. Rasa Ingin tahu (<i>Inquisitiveness</i>)	Keingintahuan intelektual, kecenderungan untuk ingin tahu segala sesuatu bahkan pada hal yang secara jelas tak berguna saat ini.	<ul style="list-style-type: none"> Rasa ingin tahu dan menilai informasi, pengetahuan atau masalah yang ada; keinginan belajar meski aplikasi pengetahuan tsb belum terlihat.
7. Kematangan (<i>Maturity of Judgment</i>)	Kematangan kognitif yg berkaitan dengan kecenderungan untuk melihat masalah yang rumit, membuat penilaian secara tepat waktu dan tidak melakukan penundaan pada apa yang dapat dilakukannya.	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan pendekatan masalah, penyelidikan, dan membuat kesimpulan; memutuskan dengan menggunakan standar dasar, konteks dan bukti pengetahuan yang ada.

(Sumber: Facione *et al.*, 1994 dalam Ennis, 1996)

C. PENELITIAN DALAM PEMBELAJARAN BIOSISTEMATIKA

1. Klasifikasi Logis berdasarkan Kelompok Budaya

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kelompok budaya Sunda memiliki karakteristik yang unik. Pertama, usia munculnya kemampuan klasifikasi logis pada anak-anak dari kelompok budaya Sunda (Rustaman, 1990) berbeda dari hasil penelitian sebelumnya, baik penelitian Sylvia Oppen di Malaysia (tanpa tahun), maupun hasil penelitian Phillips and Phillips (1985). Kedua, secara umum anak-anak usia sekolah dasar dari kelompok budaya Sunda lebih berkembang kemampuan berpikir konvergen daripada berpikir divergen. Ketiga, warna lebih sering digunakan sebagai dasar pengelompokan oleh anak-anak berusia muda daripada anak-anak berusia lebih kemudian, juga lebih dominan ditemukan pada anak perempuan daripada laki-laki. Keempat, berdasarkan pengenalan warna, kelompok budaya Sunda menduduki level tertinggi (level ketujuh) karena mereka mengenal warna-warna dasar dan warna-warna antara (hijau yang bervariasi, *kayas*, *oranye*), meski tidak mengenal warna biru dan coklat.

Penelitian lanjutan pada siswa SMP (Indriani, 2004; Setiawati, 2010; Hapsari, 2010; Nuraeni, 2013), siswa SMA (Novianti, 2010) dan mahasiswa tingkat 1 (Sukaesih, 2010) menunjukkan bahwa dibutuhkan kematangan intelektual untuk dapat melakukan klasifikasi logis yang memerlukan abstraksi ciri-ciri sebagai kriteria pengelompokannya. Selain itu ditemukan pula bahwa terjadi peningkatan penalaran kombinatorial pada siswa-siswa yang memiliki pengalaman belajar biodiversitas berbasis klasifikasi logis yang dijarung dengan *Test of Logical Thinking* disingkat TOLT (Nuraeni, 2013). Penelitian serupa dan penelitian lanjutan pada kelompok budaya-kelompok budaya lain sangat dimungkinkan untuk mengungkap perkembangan kemampuan penalaran pada peserta didik usia sekolah.

2. Fenogram dan Kladogram dalam Pembelajaran Biodiversitas

Dalam filogenetika, sebuah kelompok organisme yang anggota-anggotanya memiliki banyak kesamaan karakter atau ciri dianggap memiliki hubungan yang sangat dekat dan diperkirakan diturunkan dari satu nenek moyang; nenek moyang dan semua turunannya akan membentuk sebuah kelompok monofiletik. Oleh karena itu, anggota-anggota dalam kelompok monofiletik ini diasumsikan membawa sifat atau pola genetik dan biokimia yang sama (Hidayat dan Pancoro, 2008).

Dalam analisis filogenetik kelompok *outgroup* sangat dibutuhkan dan menyebabkan polarisasi karakter atau ciri, yaitu karakter apomorfik dan plesiomorfik. Karakter apomorfik adalah karakter yang berubah dan diturunkan serta terdapat pada *ingroup*, sedangkan karakter plesiomorfik merupakan karakter primitif yang terdapat pada *outgroup*. Karakter sinapomorfik adalah karakter yang diturunkan dan terdapat pada kelompok monofiletik (lihat Gambar 1).

3. Prospek Kladogram dalam Penelitian Sistemika (berbasis Komputer)

Klasifikasi numerik dan berpikir kladistik (*tree thinking*) sangat potensial untuk menjadi area penelitian dalam biologi dan pendidikan biologi. Disayangkan masih banyak yang beranggapan bahwa penelitian biodiversitas dan klasifikasinya hanya merupakan masalah *content* semata, tidak melibatkan proses berpikir/penalaran (berpikir logis, kritis, berpikir sistem).

Hasil kegiatan analisis filogenetika molekuler di laboratorium (*in vitro* dan *in silico*) ternyata hasil ini dapat “dibawa” ke dalam pembelajaran di kelas. Sebagaimana dimaklumi bersama, dalam dunia pendidikan di Indonesia, taksonomi dan evolusi telah menjadi bagian terpenting dalam kurikulum dari mulai tingkat sekolah menengah hingga perguruan tinggi dengan berbagai modifikasi yang disesuaikan dengan perkembangan intelektual mereka. Namun demikian, perhatian peserta didik (siswa & mahasiswa) biologi terhadap materi kuliah tentang taksonomi dan evolusi cenderung rendah (Rustaman, 2001; Hidayat, tidak dipublikasi). Mereka memandang kedua materi kuliah ini penuh dengan hafalan. Kebanyakan peserta didik dan pendidik berpendapat bahwa taksonomi, sistemika, dan evolusi hanya bersifat teoritis sehingga cenderung membosankan. Tidak salah kalau mereka melihat kedua subyek kuliah ini bersifat deskriptif dan spekulatif, karena keduanya sulit untuk dibuktikan.

Penerapan klasifikasi numerik (fenetika dan kladistika) dalam pembelajaran dan penugasan dapat menggairahkan belajar mereka tentang keanekaragaman, taksonomi, dan evolusi di kelas (hasil penelitian mahasiswa bimbingan baik S1, S2 maupun S3, periode 2009-2019). *Tree thinking* sebagai cara atau kaidah untuk membaca kladogram yang terbentuk diharapkan dapat membekali siswa/mahasiswa untuk berpikir kritis dan bernalar (hasil penelitian mahasiswa bimbingan baik S1, S2 maupun S3, periode 2015-2019). Secara umum hasil menunjukkan bahwa siswa atau mahasiswa sangat senang, karena pembelajarannya

active, full hands on, and full inquiry. Taksonomi numerik dan berpikir kladistik ini semakin meningkat kebutuhannya di level pendidikan menengah ketika kurikulum terbaru (Kurikulum Nasional 2013 versi 2016) mencantumkan kemampuan dalam membuat dan memahami taksonomi numerik sebagai kompetensi dasar yang harus dimiliki peserta didik.

Apabila kladogram dapat diterapkan dalam pembelajaran, maka kladogram dan pembela- jarannya juga berpotensi untuk diteliti. Beberapa mahasiswa S1 dan S2 sudah mencoba menerapkan kladogram dalam penelitian mereka (skripsi, tesis, disertasi). Sejumlah skripsi melaporkan hasil penelitian tentang penerapan fenogram (S1, 2017), penerapan kladogram (S1 & S2, 2018 & 2019) dalam pembelajaran di kelas, khususnya di SMA. Tesis program magister mencoba mengombinasikan penerapan kladogram dengan asesmen formatif dan *assessment for learning* (S2, 2019) atau dengan kemampuan bernalar “tree thinking” dalam pembelajaran keragaman tumbuhan (Mukhoyyaroh, 2019) serta keragaman hewan dan penggunaan website (Julaeha, 2019). Disertasi S3 menerapkan filogenetik dengan kladogram pada beberapa mata kuliah terkait biosistemika (Saadah, 2017) atau biodiversitas dan Habits of Mind (Sriyati, 2010).

4. Pembelajaran melalui Kegiatan Praktikum dan Asesmennya

Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa ada dua pendekatan dalam biosistemika, yaitu fenetika dan kladistika. Fenetika menampilkan hubungan kekerabatan dari satu takson dengan taksa lainnya dan menghasilkan **fenogram**. Kladistika (lebih dikenal sebagai filogenetika) lebih menekankan asal usul nenek-moyang dari anggota dalam satu kelompok (takson) yang menghasilkan **kladogram** yang melibatkan adanya *outgroup* dan *in-group* dalam penyajiannya.

Dalam mempelajari hubungan kekerabatan, pada awalnya mahasiswa diajak untuk mendeteksi kesamaan karakter berdasarkan hasil pengamatan (dengan dan tanpa alat bantu) (Sriyati et al., 2006). Dalam filogenetika (pendekatan kladistik, hasilnya kladogram), sebuah kelompok organisme dengan anggota-anggotanya memiliki banyak kesamaan karakter atau ciri sehingga dianggap memiliki hubungan yang sangat dekat dan diperkirakan diturunkan dari satu nenek moyang dan membentuk sebuah kelompok monofiletik.

Dalam kegiatan praktikum, mahasiswa ditantang dan diajak melakukan pengamatan, mengidentifikasi dan melakukan determinasi berdasarkan hasil analisis sejumlah ciri yang ditemukan (hasil pengamatan, hasil pengujian biokimia, hasil kajian morfologi dan anatomi). Pengalaman melakukan kegiatan tersebut sangat berperan dalam membekali mereka bernalar (Rustaman, 2005), lebih spesifik bekal berpikir fleksibel (Rustaman, 2002), dan berlatih mengambil keputusan (Rustaman, 2011 & 2014).

Sudah dilakukan sejumlah penelitian untuk bahan ajar, praktikum dan panduan bagi pembimbing praktikum (Rustaman *et al.*, 1999) serta instrumen asesmen untuk Phanerogamae di UPI. Instrumen asesmennya memfasilitasi kemampuan berpikir kritis (untuk Teori), serta menyusun skala filogeni dan *tree thinking* untuk praktikum. Pernah juga dilakukan “bermain pesona 13” untuk menebak takson berdasarkan ciri-ciri teramati, asesmen kinerja saat praktikum, tes lisan, penerapan asesmen formatif dan *assessment for learning*. Untuk semua itu diperlukan instrumen dan model asesmen khusus yang spesifik. Selain penelitian mahasiswa S1 dan S2, terdapat penelitian S3 yang sedang menyiapkan instrumen untuk mengukur kemampuan *formal-postformal* untuk menyiapkan mahasiswa agar terbiasa dan memiliki kemampuan untuk itu. Juga sedang disiapkan instrumen disposisi berpikir kritis mahasiswa yang selama ini diases menggunakan instrumen berpikir kritis menurut Ennis (dalam Costa, 1985).

D. PENUTUP

Dalam prospek biodiversitas ke depan agar menjadi bioresources, Indonesia kaya akan keragaman flora dan fauna (juga mikroba), tetapi kekurangan sumber daya manusia untuk melakukan inventarisasi dan dokumentasi kekayaan yang dimiliki tersebut. Ahli biosistemika dan taksonomi Indonesia masih sangat terbatas, tidak sebanding dengan kekayaan yang ada. Terkait hal ini, proyek penelitian kode batang DNA ke depan akan difokuskan pada pengembangan *DNA Tools Kit* berbasis PCR untuk identifikasi cepat jenis tumbuhan. Selain itu dalam rangka menyikapi era digital saat ini dan ke depan, rencana akan dikembangkan *virtual library* dengan melibatkan para *citizen scientist* untuk menjaga keragaman flora (dan fauna) Indonesia.

Penelitian untuk melakukan *phylogenetic screening* tumbuhan lokal yang berkhasiat sobat juga akan terus dilanjutkan. Seperti diketahui, Indonesia sebagai negara tropis merupakan tempat yang baik untuk berkembangnya banyak agen penyakit. Jadi penelitian dan pembelajaran terkait dengan keragaman

tumbuhan obat sangat potensial dikembangkan dan dikelola sendiri, bukan mengeksport bahan mentah dan mengimpor kembali dalam bentuk sudah jadi dengan biaya mahal. Dalam bidang pendidikan, akan terus diberdayakan penelitian mahasiswa (pendidik) untuk menerapkan taksonomi numerik di kelas dengan atau tanpa bantuan program komputer. Penelitian terkait *tree thinking* akan terus dilakukan dengan memperluas aspek pedagogi yang relevan dan sesuai perkembangan zaman (trend pembelajaran abad 21) beserta asesmennya. Program Diklat bagi pendidik juga akan terus diupayakan di masa kini dan mendatang.

REFERENSI

- Campbell, N.A. & Reece, J.B. (2008). *Biologi* jilid 2. Edisi delapan. Jakarta: Erlangga. Campbell, N.A. & Reece, J.B. (2013). *Biology*. Tenth edition. US: Pearson Education Inc.
- Davenport, K. D., Milks, K. J., & Tassell, R. V. (2015a). Investigating Tree Thinking & Ancestry with kladograms. *The American Biology Teacher*, 77(3), 198-204.
- Davenport, K. D., Milks, K. J., & Tassell, R. V. (2015b). Using Evolutionary Data in Developing Phylogenetic Trees: A Scaffolded Approach with Authentic Data. *The American Biology Teacher*, 77(4), 274-283.
- Dees, J. Momsen, J.L., Niemi, J. & Montplaisir, L. (2014). Student interpretations of Phylogenetic Trees in an Introductory Biology Course. *CBE-Life Sciences Education*, 13 (4). 666-676
- Dyer, J. H., Gregersen, H. B., & Christensen, C. M. (2009). *The innovator's DNA*. Harvard Business Review.
- Eddy, S. L., Crowe, A. J., Wenderoth, M. P., & Freeman, S. (2013). How should we teach tree-thinking? An Experimental Test of Two Hypotheses. *Springer*, 6 (13), 2-11.
- Ennis, R.H. (1985). "Goals for a critical thinking curriculum". In Costa, A.L. (1985). *Developing Mind: A Resource Book for Teaching Thinking*. Alexandria: ASCD.
- Ennis, R.H. (1996). *Critical Thinking*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc.
- Griffin, P., & Care, E. (2015). Assessment and Teaching of 21st Century Skills Methods and Approach. *Springer*. ISBN 978-94-017-9395-7 (eBook). DOI: 10.1007/978-94-017-9395-7.
- Halverson, K. L. (2011). Improving tree thinking: One learnable skill at a time. *Springer*, (4), 95-106.
- Hapsari, I.F.R. (2010). "Kemampuan Klasifikasi dan Penguasaan Konsep Keanekaragaman Makhluh Hidup Siswa SMP Berdasarkan Tingkat Perkembangan Intelektual". Tesis Magister Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Hidayat, T. & Pancoro, A. (2006). Ssitematika dan Filogenetika Molekuler. Disampaikan pada kursus singkat Aplikasi Perangkat Lunak PAUP dan MrBayes untuk penelitian Gilogenetika Molekuler SITH-ITB. Bandung: ITB [Online]. Tersedia pada http://file.upi.edu/direktori/FPMIPA/JUR.../Makalah_Filogenetik_Molekuler.pdf. Diakses pada 15 November 2017.
- Hidayat, T. & Pancoro, A. (2008). Kajian filogenetik molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik unggrek. *Journal agrobiogen*, 4 (1). 35-40.
- Hidayat, T. (2017). Menggairahkan Pembelajaran Taksonomi di Kelas Menggunakan Metode Fenetik. Tersedia <https://www.researchgate.net/publication/-313525815>. Diakses pada 12 Oktober 2017.
- Indriani. (2004). *Perbandingan Hasil Belajar dan Sikap Siswa SMP antara yang menggunakan Media Gambar Hewan Vertebrata berbentuk Kartu dengan Metode Karyavisata pada Konsep Keanekaragaman Hewan Vertebrata*. Tesis Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Johnson, G. B. (2003). *The Living World*. Third Edition. St. Louis, Missouri: The McGraw-Hill Companies.
- Julaeha, S. (2019). "Analisis kemampuan *tree thinking* siswa SMA melalui penerapan *OIDDE learning* terintegrasi *formative assessment* berbasis web". Tesis S2 Pendidikan Biologi, Sekolah Pascasarjana UPI, Bandung: Tidak diterbitkan.
- Kamii, C. (1979). "Teaching for thinking and creativity: A Piagetian points of view". Lawson, A.E. (ed). *1980 AETS Yearbook. The Psychology of Teaching Thinking and Creativity*. Pp. 29-58. Ohio: Clearing House.
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS. (2013). *Peran Biologi dalam Pendayagunaan Bioresources Indonesia untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa*. Sambutan Kunci,

disampaikan dalam acara Seminar Nasional Biologi ke XXII Graha Widyatama Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, 30 Agustus – 1 September 2013

- Lazear, D. (2004). *Higher Order Thinking: The Multiple Intelligences Way*. Chicago: Zephyr Press.
- Manapa, E.S. & Rustaman, N. (2011). "A concept model toward coral reefs literacy: Case study on primary school students". Paper presented in The 2nd Coral Reef Management Symposium on the Coral Triangle Area, in Kendari, South Sulawesi, 28 – 30 September 2011.
- Mukhooyaroh, Q. (2019). *Penerapan Fenetik dan Kladistik terhadap System Thinking siswa SMA pada konsep Tumbuhan Berbiji*. Tesis Magister Pendidikan Biologi. Sekolah Pascasarjana UPI. Bandung: tidak diterbitkan.
- Murti, K. E. (2013). *Pendidikan Abad 21 dan Aplikasinya dalam Pembelajaran di SMK*. Tersedia: http://www.p4tksbjogja.com/images/artikel/Pendidikan_Abad_21_dan_Aplikasinya_dalam_Pembelajaran_di_SMK_-_Kuntari.pdf. Diakses hari Jumat, 21 September 2018.
- National Education Association. (2012). *Preparing 21st Century Students for Global Society: An Educator's Guide to the "four Cs"*. Alexandria VA: National Education Association.
- Novianty, A., (2010). *Pembelajaran berbasis praktikum pada konsep Kingdom Plantae untuk meningkatkan kemampuan berpikir Kritis dan Sikap siswa SMA*. Tesis Magister Pendidikan IPA. Sekolah Pascasarjana UPI. Bandung: tidak diterbitkan.
- Novick, L. R., & Catley, K. M. (2016). Fostering 21st-Century Evolutionary Reasoning: Teaching Tree Thinking to Introductory Biology Students. *CBE-Life Science Education*. DOI: 10.1187/cbe.15-06-0127.
- Novick, L. R., Stull, A. T., & Catley, K. M. (2012). Reading Phylogenetic Trees: The Effects of Tree Orientation and Text Processing on Comprehension. *BioScience*, 62 (8), 757-764.
- Nuraeni, H. (2013). "Pembelajaran keanekaragaman makhluk hidup menggunakan pendekatan keterampilan proses sains yang memanfaatkan potensi lokal untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi dan kemampuan berpikir logis siswa". Tesis S2 Pendidikan Biologi. Sekolah Pascasarjana UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- P21. (2015). *Framework for 21st Century Learning*. Tersedia: http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf. Diakses hari Rabu, 03 Juli 2019.
- Phillips, D.G. & Phillips, D.R. (1985). *The Structures of Thinking: Elaboration, Evaluation and Applications of Piaget's Model of Intellectual Development*. 3rd edition. The Science Education Center. University of Iowa, Iowa
- Priyono, S.N. (2013). *Penguasaan dan penerapan IPTEK Biologi: Strategi Pemanfaatan Bioresources secara Berkelanjutan*. Makalah utama Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia ke-15 dan Seminar Nasional Biologi ke-22 Purwokerto, 30 Agustus- 1 September 2013.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R., & Bell, C.R. (1974). *Vascular Plant Systematics*. New York: Harper & Row, Publishers.
- Richmond, B. (1994). Systems Dynamics/System Thinking: Let's Just Get on with it. In *International Systems Dynamics Conference*. Sterling, Scotland.
- Rustaman, N. Y., Widodo, A., Sriyati, S., Diana, S., & Kusdiyanti. (1999). *Pengembangan Model Praktikum Biologi dan Asesmennya untuk Mengembangkan Keterampilan Proses dan Berpikir Mahasiswa Calon Guru Biologi*. Laporan Penelitian DIKTI Proyek PGSM Penelitian Peningkatan Kualitas Pembelajaran Batch ke II.
- Rustaman, N.Y. (1990). *Kemampuan Klasifikasi Logis Anak: Studi tentang Kemampuan Abstraksi dan Inferensi Anak Usia SD pada Kelompok Budaya Sunda*. **Disertasi Doktor**. Program Pascasarjana IKIP Bandung. Bandung: tidak dipublikasikan
- Rustaman, N.Y. (1994). *Pengembangan Penalaran melalui Klasifikasi-Kategorisasi-Seriasi: Sebuah Model Pengajaran Keanekaragaman Tumbuhan Berbiji di LPTK*. **Makalah** dipresentasikan pada Seminar Sehari Taksonomi & Pengajaran Biodiversitas Tumbuhan yang diselenggarakan oleh Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia dan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Rustaman, N.Y. (2001). *Model Pembelajaran Materi Subyek Biologi untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Konseptual Tingkat Tinggi Mahasiswa Calon Guru Biologi*. Laporan Penelitian DIKTI melalui Hibah Bersaing. FPMIPA IKIP Bandung.

- Rustaman, N.Y. (2002). *Pandangan Biologi terhadap Proses Berpikir dan Implikasinya dalam Pendidikan Sains*. Makalah untuk Orasi Ilmiah dibacakan pada Pidato Pengukuhan Guru Besar FPMIPA- UPI. 17 Oktober 2002.
- Rustaman, N.Y. (2003). *Mengenal Keanekaragaman Tumbuhan Tinggi dalam Klasifikasi Rakyat menuju Klasifikasi Ilmiah melalui Penelitian untuk Mengembangkan Proses Berpikir*. Makalah Ilmiah, disajikan dalam Seminar Nasional Taksonomi Tumbuhan Indonesia di Surakarta, Desember 2003.
- Rustaman, N.Y. (2005). *Arah Pembelajaran Keanekaragaman Tumbuhan dan Asesmennya di LPTK dan Sekolah*. Makalah utama sebagai Pembicara Kunci dalam Seminar Nasional Keanekaragaman Hayati yang diselenggarakan oleh PTTI Cabang Bandung (Komisariat gabungan ITB-UNPAD-UPI) bekerjasama dengan Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia di FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia di Bandung.
- Rustaman, N.Y. (2011). *Empowering Thinking Process to Develop Learners' Ability to Recognize Biodiversity through Classification and Their Reasoning*. Makalah Ilmiah disajikan dalam Seminar Taksonomi Di Eka Karya Bedugul, Bali, diselenggarakan oleh Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia (PTTI).
- Rustaman, N.Y. (2013a). *Integrasi Aspek Afektif-Kognitif melalui Pembelajaran Keanekaragaman Hayati Berorientasi Berpikir Sistem untuk Membekali Kemampuan Generalisasi dan Membuat Keputusan*. Makalah Utama untuk disajikan dalam Kongres PBI XV, Seminar Nasional XXII, dan Simposium Internasional Biodiversitas Indonesia yang diselenggarakan oleh Perhimpunan Biologi Indonesia di Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, tanggal 31 Agustus - 1 September 2013.
- Rustaman, N.Y. (2013b). *The roles of classification approach, reasoning, and system thinking in the development of students' care and understanding towards Biodiversity*. Paper presented as Keynotespeech in Universitas Syahkuala, Bandaaceh, tanggal 22 Desember 2013.
- Rustaman, N.Y. (2019a). Pendekatan Interdisiplin dalam Pendidikan Akademik-Profesi guru sains: Pembekalan pengalaman belajar berorientasi STEM. *Pendidikan Sains dan Teknologi*. Buku 3 kumpulan tulisan Dewan Guru Besar Universitas Pendidikan Indonesia, periode 2018-2019. Bandung: UPI Press.
- Rustaman, N.Y. (2019b). *PJBL-STEM and DSL Model in facilitating Conceprual Change and preventing Misconception*. Paper presented as Invited Speaker in International Conference on Mahematics and Scince Education (ICMSce), held in Bandung, July 2019.
- Saadah, S., Tapilouw, F.S., & Hidayat, T. (2017). Understanding students' difficulties in reading and contructing Phylogenetics Tree. IOP conf. Seriesw: Jourbnal of Physics: Conf. Series 812 (2017) 012032. Doi: 10.1088/1742-6596/812/1/012032
- Setiawati, D. (2010). "Pembelajaran Model Learning Cycle untuk meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kemampuan Klasifikasi Siswa SMP pada Keanekaragaman Makhluk Hidup". **Tesis Magister** Pendeddikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.

MAKALAH

Keanekaragaman Tumbuhan *Lalaban* Jawa Barat Serta Potensinya Bagi Pengembangan Literasi Biodiversitas

Hasna Nuraeni¹, Nuryani Y. Rustaman², Topik Hidayat³

¹Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung; SMPN 4 Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia

^{2,3}Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: hasna.bandung13@gmail.com

ABSTRACT

This qualitative research aims to document the diversity of lalaban plants in West Java Province, their use, and their potential for developing biodiversity literacy in schools. The survey involved 172 respondents from various districts in the province of West Java. The results show that there are 132 species belonging to 43 families of vegetables that are eaten raw or cooked with various believed properties. Respondents agreed on the importance of the introduction and conservation of lalaban plants through schools for various logical reasons. The results of the study have the potential for the development of biodiversity literacy in schools.

Keyword: lalaban, literasi biodiversitas.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang menjadi pusat keragaman budaya di dunia (Daulay, 2011), sekaligus menjadi negara megabiodiversitas di dunia (UNEP, 2014). Cerminan kekayaan budaya dan biodiversitas Indonesia yang tidak dapat dipisahkan diantaranya dapat diamati pada Suku Sunda di Provinsi Jawa Barat.

Aneka tumbuhan digunakan sebagai *lalab*, suatu istilah yang digunakan masyarakat Sunda untuk menyebut aneka tumbuhan (baik yang liar maupun yang telah dibudidayakan) untuk dimakan bersama sambal. Lalab bersama sambal selalu ada dalam makanan Sunda sehingga dapat dikatakan bahwa lalab merupakan menu wajib bagi masyarakat Sunda.

Makan lalab merupakan tradisi yang menjadi bagian penting bagi kehidupan masyarakat Sunda. Bagi masyarakat Sunda, serasa ada yang kurang jika makan tanpa lalaban. Tradisi ini telah membentuk budaya makan yang unik jika dibandingkan dengan wilayah lainnya di Indonesia. Saking hobinya orang Sunda makan lalaban, menjadi seloroh di kalangan masyarakat bahwa menikah dengan wanita Sunda itu mudah. Tinggal

dibekali sambal dan dibiarkan ke kebun, wanita Sunda sudah dapat bertahan hidup. Karena kebiasaan makan lalaban juga, kadang-kadang orang Sunda dianggap sebagai competitor kambing. Walaupun begitu, tidak menyurutkan hobi makan lalaban karena hal tersebut sudah melekat dalam kehidupan orang Sunda.

Sebagai identitas budaya Sunda, lalab telah terdokumentasikan sejak zaman kuno berdasarkan bukti peninggalan tertulis. Secara arkeologis tersirat dalam Prasasti Panggumulan dari Sleman, Jawa Tengah, bahwa lalab telah dikonsumsi sejak abad ke-10 M (Rahman, 2018). Pada perkembangan selanjutnya, tradisi makan lalab tidak hanya berkembang secara natural, factor politik dan ekonomi masa colonial secara tidak langsung turut mempengaruhi kondisi lingkungan dan budaya Sunda (Rahman, 2018). Hal ini telah membentuk citra makanan Sunda cenderung vegetarian, bahkan hingga awal abad ke-20 diidentikkan dengan konsumen nabati dibandingkan hewani.

Perihal tumbuhan lalab dan manfaatnya Heyne berkali-kali dimuat di buku *De Nuttige Plantenvan Nedherlandsh Indie* (Rahman, 2018). Lalab juga menjadi salah

satu ekspresi diri seorang nutrisisionis, gastronom, sekaligus sastrawan Indo-Belanda bernama Beb Vuyk untuk mengenang Indonesia ketika pertama kali menjejakkan kakinya di Indonesia dengan memasukannya ke dalam karyanya *Groot Indonesisch Kookboek*. Vuyk menyebut lalab dengan istilah *Indonesische salads* (Rahman: 2018).

Melimpahnya tumbuhan lalab telah telah didokumentasikan oleh beberapa ahli. Diantaranya sebanyak 80 jenis lalab telah dihimpun dalam buku karya Prawiranegara pada tahun 1943 (Rahman:2018). Menurut Prawiranegara jumlah itu hanya sebagian kecil karena mungkin jumlah yang sesungguhnya ada ribuan jenis.

Kendati keanekaragaman tumbuhan lalaban Jawa Barat sangat melimpah, dikhawatirkan keberadaannya dari waktu ke waktu semakin menurun, bahkan punah. Hal ini disebabkan oleh tingginya populasi dan aktivitas manusia di Jawa Barat yang mengarah pada hilangnya biodiversitas (BPLHD Jabar, 2010; 2011). Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya menghasilkan ancaman langsung terhadap biodiversitas berupa degradasi habitat dan fragmentasi, spesies invasif, polusi, eksploitasi berlebihan, dan perubahan iklim global (Maczulak, 2010; Supriatna, 2018). Oleh karena itu perlu upaya konservasi tumbuhan lalaban sebelum tumbuhan ini betul-betul punah. Langkah pertama yang dapat dilakukan yaitu dengan menggali informasi dan mendokumentasikan tumbuhan lalaban di Jawa Barat.

Tumbuhan lalaban merupakan bagian dari kekayaan biodiversitas Indonesia, khususnya Jawa Barat yang penting untuk dilakukan konservasi padanya. Konservasi di sini dalam arti pelestarian, perlindungan, dan pemanfaatan secara berkelanjutan. Masyarakat yang literat biodiversitas

diharapkan memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang mendukung biodiversitas dan konservasinya. Pendidikan memiliki peran penting bagi pengembangan literasi biodiversitas masyarakatnya.

Berdasarkan permasalahan di atas, rumusan masalahnya yaitu: “Bagaimana keanekaragaman tumbuhan lalaban Jawa Barat dan potensinya bagi pengembangan literasi biodiversitas di sekolah?”. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menggali informasi keanekaragaman tumbuhan lalaban, penggunaannya, serta pendapat masyarakat mengenai potensinya bagi pengembangan literasi biodiversitas di sekolah, khususnya di Jawa Barat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu bagian upaya konservasi lalaban serta berkontribusi bagi pengembangan literasi biodiversitas berbasis potensi lokal di Jawa Barat.

METODE

Penelitian kualitatif dilakukan pada Januari s.d. April 2019 dengan metode survey dan wawancara kepada sejumlah masyarakat dari berbagai kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Barat. Subjek penelitian yang terlibat sebanyak 172 orang dengan usia antara 24-60 tahun. Instrumen penelitian berupa angket yang berisi daftar bebas tumbuhan lalaban yang dikenal, bagian yang digunakan, dan cara penggunaannya. Selain itu juga digunakan format wawancara untuk menggali informasi mengenai sumber tumbuhan lalaban dan pendapat masyarakat mengenai potensi tumbuhan lalaban bagi pengembangan literasi biodiversitas di sekolah. Data terkait keanekaragaman tumbuhan lalaban dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan cara menghitung frekuensi relative kutipan (FRK). Indeks FRK menggunakan rumus $FRK =$

FK/N ($0 < FRK < 1$). Indeks ini menunjukkan seberapa sering masing-masing spesies digunakan/ dikenal oleh masyarakat. Indeks FRK diperoleh dengan cara membagi jumlah frekuensi kutipan masing-masing spesies dari partisipan dengan seluruh jumlah partisipan yang terlibat dalam survey (Bano et al, 2014; Vitalini et al, 2013). Data terkait penggunaan tumbuhan lalaban dan pendapat masyarakat mengenai potensi tumbuhan lalaban bagi pengembangan literasi

biodiversitas di sekolah dianalisis secara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keanekaragaman Tumbuhan Lalaban Jawa Barat

Terdapat 132 spesies tumbuhan yang berasal dari 43 famili yang digunakan oleh masyarakat Jawa barat sebagai lalaban. Daftar tumbuhan lalaban dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Daftar Tumbuhan Lalaban Jawa Barat

No	Famili	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Bagian yang Digunakan	Dimakan secara
1	Acanthaceae	Handeuleum	<i>Graptophyllum pictum</i>	Daun	Mentah
		Pecah beling	<i>Strobilantes crispus Bl</i>	Daun	Matang
		Reundeu	<i>Staurogyne elongata</i>	Daun	Mentah
2	Amarantaceae	Bayam/ Bayem	<i>Amaranthus hybridus L</i>	Daun, batang muda	Matang
		Bayam duri/ Bayem cucuk/ senggang	<i>Amaranthus spinosus</i>	Daun dan batang muda	Matang
3	Anacardiaceae	Jengger ayam	<i>Celosia argentea</i>	Bunga	matang
		Jambu monyet/ jambu mede	<i>Anacardium occidentale</i>	Daun	Mentah
		Kadongdong	<i>Spondias dulcis</i>	Buah	Mentah
4	Apiaceae	Mangga/ buah	<i>Mangifera indica L.</i>	Daun, buah	Mentah
		Ketumbar/ katuncar	<i>Coriandrum sativum L.</i>	Daun	Mentah, matang
5	Araliaceae	Peterseli/ Parsley	<i>Petroselinum crispum</i>	Daun	Mentah
		Seledri	<i>Avium graveolens</i>	Daun	Mentah, matang
		Tespong	<i>Oenanthe javanica</i>	Daun, batang	Mentah
		Walang	<i>Eryngium foetidum L.</i>	Daun	Matang
		Wortel/ bortol	<i>Daucus carota</i>	Umbi akar	Mentah, matang
6	Araceae	Talas	<i>Colocasia esculenta L.</i>	Daun	Matang
7	Asparagaceae	Kadongdong pager/ berlangkas	<i>Polycias fruticosa Miq</i>	Daun dan batang muda	Matang
		Mangkokan/ Mamangkokan	<i>Polycias scutellaria (Burm.f.)</i>	Daun	Matang
8	Asteraceae	Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i>	Batang	Matang
8	Asteraceae	Andewi/ Selada Endive	<i>Cichorium endivia L</i>	Daun	Mentah

		Beluntas/ Baluntas Daun dewa	<i>Pluchea indica</i> <i>Gynura divaricata</i>	Daun dan batang muda Daun dan batang muda	Mentah, matang Mentah
		Jotang/ jonghe	<i>Acmella paniculata</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
		Kenikir/ randamidang Purwoceng gunung Selada bokor/ saladah bokor Selada letus	<i>Cosmos caudatus</i> <i>Artemisia lactiflora</i> <i>Lactuca sativa L.</i> <i>Lactuca sativa var cos</i> <i>lettuce</i>	Daun dan batang muda Daun dan batang muda Daun	Mentah Mentah Mentah mentah
		Selada romain	<i>Lactuca sativa var.</i> <i>romana</i>	Daun	Mentah
		Siomak Selada merah/red devil	<i>Lactuca sativa</i> <i>Lactuca sativa</i>	Daun Daun	Mentah Mentah
		Selada keriting Sambung nyawa Selada lollo rosa	<i>Lactuca sativa var ...</i> <i>Gynura procumbens</i> <i>(Blume) Miq</i> <i>Lactuca sativa</i>	Daun Daun	Mentah Mentah, matang Mentah
		Selada pagoda Sembung	<i>Lactuca sativa</i> <i>Blumea balsamifera</i> <i>(L.)</i>	Daun Daun	Mentah Matang
		Sintrong	<i>Crasscephalum</i> <i>crepidioides (Benth) S.</i> <i>Moore</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
		Stevia Ngokilo/ Sambung nyawa	<i>Stevia rebaudiana</i> <i>Gynura procumbens</i> <i>(Lour) Merr.</i>	Daun Daun	Mentah Mentah, matang
9	Athyriaceae	Pakis/paku sayur Athyriaceae	<i>Diplazium esculentum</i> <i>(Retz.) Sw</i>	Daun	Matang
10	Basellaceae	Binahong	<i>Basella alba, Linnaeus</i>	Daun	Mentah, matang
11	Brassicaceae	Brokoli Bunga kol/ Burkol/ blumkol Kailan Kale Kamandilan/ sawi tanah Kubis/ Kol putih/ engkol	<i>Brassica oleracea L. var</i> <i>italica</i> <i>Brassica oleracea</i> <i>Brassica oleracea var</i> <i>alboglabra</i> <i>Brassica carinata</i> <i>Nasturtium montanum</i> <i>Wall.</i> <i>Brassica oleracea var.</i> <i>capitata</i>	Daun dan batang muda Daun dan batang muda Daun dan batang muda Daun Daun Daun dan batang muda	Mentah, matang Mentah, matang Mentah, matang Mentah Mentah, matang Mentah, matang

		bodas dan kiciwis			
		Kubis ungu	<i>Brassica oleracea</i>	Daun	Mentah
		Lobak putih/ lobak bodas	<i>Raphanus sativus</i>	Daun, umbi akar	Mentah
		Lobak merah/ lobak beureum	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Daun dan umbi akar	Mentah
		Pakcoy	<i>Brassica rapa</i>	Daun	Mentah, matang
		Sawi hijau/ sosin	<i>Brassica rapa</i>	Daun, bunga	Mentah
		Sawi putih/ pecai	<i>Brassica rapa</i>	Daun	Mentah, matang
		Selada air/ saladah cai	<i>Nasturtium microphyllum</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
12	Caricaceae	Pepaya/ gedang	<i>Carica papaya</i>	Daun dan buah muda	Mentah, matang
13	Chenopodiaceae	Bit	<i>Beta vulgaris</i>	Umbi akar	Matang
14	Commelinaceae	Solodsoya/ eurad galengan	<i>Commelina nudiflora</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
15	Convolvulaceae	Kangkung	<i>Ipomoea aquatica</i>	Daun dan batang muda	Matang
		Ubi jalar/ hui boled	<i>Ipomoea batatas L.</i>	Daun, batang muda, umbi	Matang
16	Cucurbitaceae	Cukini	<i>Cucurbita pepo</i>	Buah	Matang
		Labu besar/ waluh gede	<i>Cucurbita moscata</i>	Buah	Matang
		Labu siam/ waluh siem/ lejet	<i>Sechium edule</i>	Buah dan daun muda	Matang
		Mentimun/ ketimun/ timun/ bonteng	<i>Cucumis sativus</i>	Buah	Mentah, matang
		Oyong/ Bulustru	<i>Luffa acutangula (L.) Roxb.</i>	Buah	Matang
17	Euphorbiaceae	Pare/ paria	<i>Momocordica charantia</i>	Buah	Matang
		Caya-caya/ papaya jepang	<i>Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) I.M.Johnst.</i>	Daun	Matang
		Kastuba/ mangantri	<i>Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch</i>	Daun	Matang
		Puring	<i>Codiaeum variegatum (L.) A.Juss.</i>	Daun	Matang
		Singkong/ sampeu	<i>Manihot esculenta</i>	Buah dan bunga	Matang
18	Fabaceae	Bengkoang/ Bangkuang	<i>Pachyrhizus erosus (L.</i>	Umbi akar	Mentah
		Hiris	<i>Cajanus cajan L.</i>	Buah, biji	Mentah
		Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum/</i>	Buah	Mentah, matang

		<i>Pithecellobium jiringa</i>			
	Kacang buncis	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Buah dan daun muda	Mentah, matang	
	Kacang hijau/ kacang hejo	<i>Vigna radiata</i>	Buah muda, biji, dan kecambah	Mentah, matang	
	Kacang kratok/ Roay	<i>Phaseolus lunatus L.</i>	Daun dan buah muda, biji	Mentah, matang	
	Kacang panjang	<i>Vigna unguolata</i>	Buah dan daun muda	Mentah, matang	
	Kacang polong	<i>Pisum sativum L.</i>	Buah muda	Mentah, matang	
	Kacang roay bungur	<i>Lablab purpureus</i>	Buah muda	Mentah, matang	
	Kacang Tolo	<i>Vigna unguiculata (L.) Walp.</i>	Buah muda, biji	Mentah, matang	
	Kecipir/ jaat	<i>Psophocarpus tetragonolobus (L.)</i>	Buah dan daun muda	Mentah, matang	
	Petai cina/ Pete cina/ peuteuy selong	<i>Leucaena leucocephala (L.) de Wit,</i>	Buah muda dan biji	Mentah	
	Petai/Pete/ peuteuy gede	<i>Parkia speciosa</i>	Biji	Mentah, matang	
	Turi	<i>Sesbania grandiflora (L.)</i>	Bunga	Mentah, matang	
19	Gnetaceae	Melinjo/ tangkil	<i>Gnetum gnemon</i>	Daun muda dan buah	Matang
20	Lamiaceae	Kemangi/ surawung	<i>Ocimum citriodorum</i>	Daun dan batang muda	Mentah
		Mint/ karesmen	<i>Mentha sp L.</i>	Daun dan batang muda	Mentah
21	Lauraceae	Alpukat/ Alpuket	<i>Persea Americana Mill.</i>	Daun muda dan buah	Mentah, matang
22	Lecythidaceae	Putat	<i>Planchonia valida (Blume)</i>	Daun dan batang muda	Mentah
23	Limnocharitaceae	Genjer/ Baeng	<i>Limnocharis flava</i>	Daun	Mentah, matang
24	Mackinlayaceae	Pegagan/ antan	<i>Centella asiatica</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
25	Malvaceae	Okra	<i>Abelmoschus esculentus (L.)</i>	Buah	Mentah, matang
26	Marsileaceae	Semanggi	<i>Marsilea sp.</i>	Daun	Mentah, matang
27	Moraceae	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus Lamk.</i>	Buah muda	Mentah, matang
		Murbai	<i>Morus sp.</i>	Daun muda dan buah	Mentah
28	Moringaceae	Kelor	<i>Moringa oleifera</i>	Daun	Mentah, matang
29	Musaceae	Pisang/ cau	<i>Musa sp</i>	Bunga/	Mentah,

30	Nelumbonaceae	Teratai	<i>Nelumbo nucifera</i> <i>Gaertn.</i>	jantung Daun	matang Matang
31	Oxalidaceae	Belimbing wuluh/ Calingcing wuluh	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	Buah	Mentah
32	Myrtaceae	Belimbing/ Balimbing	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Buah	Mentah
		Jambu air/ jambu aer	<i>Syzygium aqueum</i> (<i>Burm.f.</i>) <i>Alston</i>	Buah	Mentah
		Jambu biji/ Jambu batu	<i>Psidium guajava</i>	buah	Mentah
		Jamblang	<i>Syzygium cumini</i> (L.) <i>Skeels.</i>	Daun muda dan buah	Mentah
33	Poaceae	Kupa	<i>Syzygium polycephalum</i> (<i>Miq.</i>) <i>Merr. & Perry</i>	Buah	Mentah
		Salam	<i>Syzygium polyanthum</i> (<i>Wight</i>) <i>Walpers</i>	Daun muda	Mentah
		Alang-alang	<i>Imperata cylindrical</i> L.	Tunas	Mentah
		Bambu/Awi betung	<i>Dendrocalamus asper</i> (<i>Schult.f.</i>)	Tunas/ rebung	Matang
		Jagung/ Jagong	<i>Zea mays</i>	Buah muda	Mentah, matang
34	Pontederiaceae	Sereh	<i>Cymbopogon citratus</i>	Batang muda/ boros	Mentah
		Terubuk/ endog tiwu	<i>Saccharum spontaneum</i> <i>var. edulis</i> (<i>Hassk.</i>)	Bunga	Mentah, matang
		Eceng sawah	<i>Monochoria vaginalis</i> (<i>Burm.f.</i>) <i>C.Pres</i>	Daun	Mentah, matang
35	Portulacaceae	Krokot/ gelang	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Daun dan batang	Mentah, matang
36	Phyllanthaceae	Ginseng jawa	<i>Talinum crassifolium</i> (L.) <i>Juss.</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
		Ceremai/ Cereme	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) <i>Skeels.</i>	Buah	Mentah
		Katuk	<i>Sauropus androgynus</i>	Daun dan batang muda	Mentah, matang
37	Primulaceae	Mareme Lampeni	<i>Glochidion borneense</i> <i>Ardisia elliptica</i> <i>Thunb.</i>	Daun Daun dan batang muda	Mentah Mentah
38	Piperaceae	Sirih	<i>Piper betle</i> L.	Daun	Mentah
39	Rubiaceae	Mengkudu/ cangkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	Daun muda dan buah	Mentah, matang
40	Solanaceae	Kahitutan	<i>Paederia poetida</i>	Daun	Matang
		Kentang/ hui kumeli	<i>Solanum tuberosum</i> L	Umbi batang	Mentah, matang
		Leunca	<i>Solanum nigrum</i>	Buah, daun dan batang muda	Mentah, matang
		Takokak	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Buah	Matang

		Terung hijau bulat/ terong hejo buleud	<i>Solanum melongena</i>	Buah	Mentah, matang
		Terung Belanda/ terong kori	<i>Solanum betaceum Cav.</i>	Buah	Mentah
		Terung ungu/ terong bungur	<i>Solanum melongena L.</i>	Buah	Mentah, matang
		Tomat	<i>Solanum lycopersicum</i>	Buah	Mentah
41	Urticaceae	Pohpohan	<i>Pilea melastomoides</i>	Daun dan batang muda	Mentah
42	Xanthorrhoeaceae	Lidah buaya	<i>Aloe vera</i>	Daging daun	Mentah
43	Zingiberaceae	Jahe	<i>Zingiber officinale</i>	Rhizome	Mentah
		Kecombrang/ combrang	<i>Etilingera elatior (Jack) R.M. Smith</i>	Tunas/boros dan bunga	Mentah
		honje			
		Kencur/ cikur	<i>Kaempferia galangal (Linn.)</i>	Rhizome dan daun	Mentah
		Kunci	<i>Boesenbergia rotunda (L.) Mansf.</i>	Rhizome	Mentah
		Kunyit/ koneng	<i>Curcuma longa L.</i>	Rhizome muda	Mentah

Berdasarkan analisis data, dari 43 famili yang paling banyak menyumbang keanekaragaman tumbuhan lalaban dalam penelitian ini secara berurutan yaitu Asteraceae (20 spesies), Fabaceae (14 spesies), Brassicaceae (13 spesies), Solanaceae (7 spesies), Cucurbitaceae (6 spesies), Apiaceae (6 spesies), Myrtaceae (5 spesies), Poaceae (5 spesies), Zingiberaceae (5 spesies), dan Euphorbiaceae (4 spesies). Penelitian yang dilakukan oleh Cahyanto dkk (2019) menunjukkan hasil serupa, bahwa yang paling banyak menyumbang keragaman tanaman lalaban di Subang (salah satu kabupaten di Jawa Barat) adalah family Asteraceae (9 spesies).

Dari 132 tumbuhan lalaban, urutan spesies yang memiliki FRK tertinggi yaitu: *Cucumis sativus* (0,773), *Ocimum citriodorum* (0,721), *Manihot esculenta* (0,651), *Carica papaya* (0,641), *Centella asiatica* (0,442), *Nasturtium microphyllum* (0,430), *Sechium edule* (0,390), *Brassica oleracea var. capitata* (0,401), *Solanum nigrum* (0,360), *Solanum melongena* (0,355), *Vigna unguilate* (0,343), *Ipomoea aquatic*

(0,331), *Solanum lycopersicum* (0,303), *Daucus carota* (0,302), *Avium graveolens* (0,291), *Parkia speciosa* (0,285), *Crasscephalum crepidioides* (0,227), *Sauropus androgynous* (0,203), *Pilea melastomoides* (0,192), *Oenanthe javanica* (0,186), *Amaranthus hybridus L* (0,180), *Limnocharis flava* (0,174), *Momocordica charantia* (0,163), *Pluchea indica* (0,157), dan *Archidendron pauciflorum* (0,157). Sementara spesies tumbuhan lalaban lainnya memiliki indeks FRK yang lebih rendah.

Tingginya nilai indeks FRK dapat diartikan bahwa kedua puluh lima tumbuhan tersebut merupakan tumbuhan lalaban yang paling dikenal dan sering dikonsumsi oleh masyarakat. Lalaban tersebut hampir selalu ada dalam menu makanan Sunda, baik di rumah atau pun penyedia jasa makanan khas Sunda. Berdasarkan hasil wawancara, ke-25 lalaban tersebut memang masyarakat peroleh dari berbagai sumber seperti pedagang sayur, pasar, dan dari hasil budidaya sendiri di kebun atau halaman. Adanya aktivitas budidaya oleh berbagai pihak menyebabkan

spesies lalaban tertentu tetap eksis, mudah dikenal, dan mudah dicari.

Di sisi lain, bagi tumbuhan lalaban dengan indeks FRK yang lebih rendah kemungkinan penyebabnya adalah tumbuhan tersebut kurang dikenal oleh masyarakat saat ini sebagai lalaban. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh semakin menurunnya pengetahuan tumbuhan lalaban oleh masyarakat, mulai jarang dikonsumsi, atau bahkan mulai jarang ditemukan. Hasil penelusuran data responden menunjukkan bahwa mereka yang lebih berumur, lebih banyak mengenal tumbuhan lalaban dibandingkan dengan yang berusia lebih muda. Hal ini dapat dimengerti karena pada umumnya pengetahuan tumbuhan lalaban ini mereka peroleh secara turun temurun serta hasil berinteraksi dengan lingkungan.

Data indeks FRK yang bervariasi dapat dijadikan salah satu acuan bagi masyarakat yang peduli biodiversitas untuk melakukan konservasi pada tumbuhan-tumbuhan tersebut sehingga generasi yang akan datang masih dapat mengenal kekayaan biodiversitas tumbuhan lalaban dan mengambil manfaatnya secara berkelanjutan.

B. Penggunaan Tumbuhan Lalaban oleh Masyarakat.

Berdasarkan data pada Tabel 1, bagian tumbuhan lalaban yang digunakan yaitu daun, batang muda, buah, biji, rhizome, dan umbi. Bagian tumbuhan tersebut dimakan secara mentah, matang atau gabungan keduanya. Bagi lalaban yang dimakan secara matang terlebih dahulu dimasak dengan cara direbus, dikukus, diseduh air panas, dibakar, dan dioseng tanpa bumbu.

Penggunaan lalaban oleh masyarakat bukan hanya sekedar memenuhi kebutuhan pangan, namun lebih dari itu lalaban oleh masyarakat diyakini memiliki khasiat obat. Hal ini dapat ditemui dari hasil wawancara dengan responden. Hampir seluruh responden menyatakan bahwa masing-

masing tumbuhan lalaban memiliki khasiat dalam menjaga kesehatan tubuh mereka. Keyakinan masyarakat ini sejalan dengan dengan penelitian para ahli yang menyatakan bahwa sayuran merupakan sumber vitamin, mineral, serat, dan bahan kimia yang berfungsi bagi kesehatan tubuh (Yadav dkk, 2010; Dias, 2012; Duch dkk, 2012; Murad, 2016).

C. Potensi Tumbuhan Lalaban bagi Pengembangan Literasi Biodiversitas di Sekolah

Keberlangsungan biodiversitas di suatu wilayah salah satunya tergantung kepada masyarakatnya. Oleh karenanya masyarakat yang literat biodiversitas menjadi suatu hal yang penting untuk diupayakan. Masyarakat yang memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang mendukung biodiversitas menjadi tumpuan harapan bagi keberlangsungan biodiversitas. Penerapan pembelajaran biodiversitas yang menerapkan keunggulan local berupa biodiversitas dan konservasinya berpotensi pada sikap siswa di masa depan terhadap keanekaragaman hayati (Ramados & Moli, 2011).

Tumbuhan lalaban merupakan bagian dari biodiversitas Indonesia, khususnya Jawa barat. Keanekaragaman, habitat, manfaat, konservasi, budaya makan lalaban dan potensi-potensi lain yang terkait dengan hal tersebut merupakan potensi local yang dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum yang telah ada agar siswa memiliki literasi biodiversitas. Sebagai contoh, potensi-potensi tersebut dapat diintegrasikan pada kurikulum IPA di pendidikan dasar (SD dan SMP). Usia 15 tahun diharapkan siswa telah memiliki literasi biodiversitas dasar untuk bekal menjalani kehidupan dan menyelesaikan masalah sehari-hari terkait biodiversitas yang ada di sekitar mereka. Hal ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan literasi mereka di tingkat yang lebih lanjut. Pada usia ini menjadi

sangat penting untuk memberikan bekal literasi biodiversitas pada siswa karena selepas SMP tidak menutup kemungkinan siswa tidak melanjutkan pada sekolah yang memberikan bekal literasi biodiversitas yang lebih tinggi, atau bahkan tidak melanjutkan sama sekali.

Berdasarkan hasil angket dan wawancara, semua responden sepakat bahwa tumbuhan lalaban penting untuk dikenalkan kembali pada siswa. Mereka berpendapat bahwa anak-anak masa kini kurang mengenal dan mengonsumsi lalaban, padahal manfaat dari lalaban telah terbukti secara empiris di kehidupan masyarakat Sunda. Hasil-hasil penelitian para ahli juga telah memperkuat khasiat yang dikandung oleh tumbuhan lalaban. Masyarakat juga berharap besar sekolah dapat menjadi bagian dari upaya konservasi melalui dibuatnya semacam kebun tanaman lalab.

Pengayaan taman dan kebun sekolah dengan penanaman aneka tanaman lalab juga dapat menjadi alternatif serta memiliki fungsi ganda sebagai media pembelajaran klasifikasi tumbuhan dan biodiversitas pada tingkat spesies. Kandungan zat dan khasiatnya yang terdapat dalam tumbuhan lalaban dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran system tubuh manusia dan hubungannya dengan kesehatan. Ekosistem di mana tumbuhan lalaban itu berada dapat menjadi contoh nyata dan bervariasi dari pembelajaran ekosistem. Kebiasaan masyarakat dalam menanam dan memanen tanaman lalaban dapat menjadi alternatif

Jawa Barat 2011. Bandung: BPLHD Jabar.

Cahyanto, T., Supriyatna, A., Sholika, M., Saepuloh, A., and Rahmawaty, D. 2019. Inventory of plants used as lalapan in Subang West Java. *AIP Conference Proceeding The 9th International Conference on Global Resource Conservation (ICGRC) and*

pembelajaran konservasi berbasis kearifan local.

KESIMPULAN

Terdapat 132 spesies tumbuhan yang berasal dari 43 famili yang dimanfaatkan sebagai lalaban oleh masyarakat. Bagian tumbuhan yang digunakan sebagai lalaban yaitu daun, batang muda, buah, biji, rhizome, dan umbi, baik secara mentah maupun matang. Masyarakat meyakini bahwa dalam setiap lalaban terdapat khasiat untuk menjaga kesehatan tubuh. Responden sepakat mengenai pentingnya pengenalan dan konservasi lalaban melalui sekolah sehingga tumbuhan lalaban dapat dijadikan bagian untuk pengembangan literasi biodiversitas bermuatan potensi lokal di sekolah, khususnya yang ada di Jawa Barat.

REFERENSI

- Bano A, Ahmad M, Hadda T B, Saboor A, Sultana S, Zafar M, Khan M P Z, Arshad M, Ashraf, M A. 2014. Quantitative ethnomedicinal study of plants used in the skardu valley at high altitude of Karakoram Himalayan range Pakistan *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* **10** 43
- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jawa Barat. (2010). *Laporan tahunan status lingkungan Jawa Barat 2010*. Bandung: BPLHD Jabar.
- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jawa Barat. (2011). *Laporan tahunan status lingkungan AJI from Ritsumeikan University*. Hlm.1–10.
- Daulay, Z. 2011. *Pengetahuan Tradisional*. Jakarta: rajawali Press.
- Dias, J.S. 2012. Nutritional quality and health benefits of vegetables: a review. *Food and Nutrition Sciences*. 3. Pp. 1354-1374.

- Duch, J.K., Kopec, A., Piatkowska, E., Borczak, B., and Leszczynska, T. 2012. The beneficial effect of brassica vegetables on human health. *Rocz Panstw Zakl Hig.* **63** (4). Pp 389-395
- Maczulak, A. 2010. *Biodiversity: Conserving endangered species*. New York: Facts on File, Inc.
- Murad, H. 2016. Evaluating the potential benefits of cucumber for improved health and skin care. *Journal of Aging Research & Clinical Practice.* **5** (3), Pp. 139-141
- Rahman, F. 2018. Sunda dan budaya lalaban: melacak masa lalu budaya makan Sunda. *Metahumaniora*, **8** (3). Hlm. 289-299.
- Ramados, A. and Moli, G.P. 2011. Biodiversity Conservation through environmental education for sustainable development: a case study from Puducherry India. *International Electronic Journal of Environmental Education*, **1** (2). Pp. 97-111.
- Supriatna, J. 2018. *Konservasi Biodiversitas Teori dan Praktik di Indonesia*. Jakarta: Yayasan pustaka Obor Indonesia.
- UNEP. 2014. *Megadiverse Countries*. UNEP WCMC.
- Vitalini S, Iriti M, Puricelli C, Ciuchi D, Segale A, Fico G 2013 Traditional knowledge on medicinal and food plants used in Val San Giacomo (Sondrio, Italy) an alpine ethnobotanical study. *J Ethnopharmacol* **145** 517
- Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G.B.K.S., and Yadav, H. 2010. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. *Nutrition Research Reviews.* **23**, Pp. 184–190

Perbandingan Mikromorfologi Daun 14 Jenis *Ixora* Koleksi Kebun Raya Bogor

Lydia Natalia Endewip*¹, Melza Mulyani², Muhammad Rifqi Hariri³, Yeyen Novitasari⁴
Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,
Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor

Email: endnataly@gmail.com

ABSTRACT

Ixora is a member of the Rubiaceae with a total number of 530 species and 20 species of *Ixora* were successfully conserved *ex situ* in the Bogor Botanic Gardens. This study aims to explore the diversity and the phylogeny of 14 species of *Ixora* based on the anatomical character of the leaves. The stomata of 14 species of *Ixora* observed were hypostomatic and generally parasitic. Density, index, and size of stomata vary in each type. Non-glandular trichoma is found only in the type of *Ixora coccinea*.

Keyword: *Ixora*, Bogor Botanic Gardens, paradermal, stomata

PENDAHULUAN

Ixora merupakan marga terbesar kedua dari suku Rubiaceae dengan tingkat keragaman paling tinggi terdapat di Malesia (Mabberley, 1997). Sekitar 530 jenis *Ixora* tersebar di seluruh dunia terutama di wilayah tropis Afrika, Amerika, Asia, Madagaskar, dan Pulau Pasifik. Di Asia tropis terdapat kurang lebih sekitar 200 jenis *Ixora*. *Ixora* memiliki perawakan berupa semak atau pohon kecil dan ada yang merambat. Perbungaannya terminal dan terletak pada batang utama. Bunga bertangkai dan sesil, banci, monomorfik, dan wangi. Warna bunga tumbuhan ini juga mencolok dan beraneka ragam yaitu kuning, jingga, merah, jambon, dan putih. Beberapa jenis umumnya telah dibudidayakan sebagai tanaman hias di wilayah tropis terutama *I. casei*, *I. coccinea*, *I. finlaysoniana*, dan *I. chinensis* (Tao & Taylor, 2011; Davis *et al.*, 2009).

Ixora lebih dikenal sebagai tanaman hias dengan nama lokal soka di Indonesia. Namun, pemanfaatan jenis-jenis *Ixora* di

Indonesia sebagai tanaman hias masih belum optimal. Penelitian mengenai potensi jenis-jenis *Ixora* liar sebagai tanaman hias telah dilakukan Purwantoro (2014). Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa karakter warna bunga yang bermacam-macam seperti warna putih, ungu, merah, jingga serta terdapat jenis *Ixora* dengan daun yang memiliki bercak-bercak atau spot putih menjadikannya memiliki daya tarik tersendiri dan berpotensi sebagai tanaman hias. Terdapat beberapa jenis *Ixora* yang berbunga sepanjang tahun dengan tingkat pembungaan yang cukup tinggi seperti *I. coccinea*, *I. siamensis*, *I. paludosa*, *I. opaca*, *I. javanica* sehingga menambah daya tarik tersendiri sebagai tanaman hias berpotensi. Kebun Raya Bogor sebagai pusat konservasi tumbuhan *ex situ* telah mengkonservasi sekitar 20 jenis *Ixora* di luar habitatnya, dan sebanyak 13 jenis digunakan dalam penelitian ini. Ketigabelas jenis tersebut adalah *I. ackeringae*, *I. amboinica*, *I. barbata*, *I. chinensis*, *I. coccinea*, *I. finlaysoniana*, *I.*

javanica, *I. opaca*, *I. paludosa*, *I. parviflora*, *I. philippinensis*, *I. pseudojavanica*, dan *I. siamensis*.

Karakteristik anatomi pada daun sudah banyak digunakan untuk menentukan klasifikasi taksonomi dan melihat hubungan kekerabatan pada tumbuhan yang berdasarkan struktur dan karakter khusus, salah satunya pada *Hoya* spp. Hakim *et al.* (2013) dan Hafiz *et al.* (2013) telah melakukan penelitian mengenai keragaman dan analisis kekerabatan *Hoya* spp. dengan menganalisis karakteristik anatomi pada daun. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa adanya perbedaan pada ukuran stomata, kerapatan stomata, dan indeks stomata pada beberapa jenis *Hoya*. Hasil tersebut menyimpulkan bahwa terdapat pengelompokan *Hoya* menjadi dua dan tiga kelompok yang dibedakan berdasarkan karakter anatomi daun. Hubungan kekerabatan antar kelompok tumbuhan dapat berbeda karena karakter tumbuhan yang berbeda (Hafiz *et al.*, 2013). Witono (2003) melakukan penelitian mengenai struktur epidermis daun *Pinanga coronata*. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa anatomi tumbuhan dapat digunakan sebagai alat untuk membantu pemecahan masalah yang kompleks dalam sistematika tumbuhan, baik pada suku, marga, maupun spesies. Anatomi tumbuhan juga dapat membantu dalam keakuratan penamaan tumbuhan. Dari 21 sampel daun *P. coronata* yang berasal dari beberapa lokasi dan ketinggian tempat yang berbeda menunjukkan hasil yang sama dalam hal bentuk maupun susunan sel epidermis dan stomata.

Beberapa penelitian terkait pengelompokan hubungan kekerabatan dari *Ixora* berdasarkan karakter morfologinya

juga sudah pernah dilakukan sebelumnya, salah satunya oleh Bremekamp (1937 in Mouly *et al.* 2009) yang membagi genus *Ixora* berdasarkan karakter perbungaan menjadi 3 subgenera untuk jenis-jenis yang terdapat di Malesia yaitu *Eu-Ixora*, *Pavettoides* Bremek. dan *Sathrochlamys* Bremek. Subgenus *Eu-Ixora* memiliki perbungaan di terminal dengan letak berhadapan dan bersambungan, bunga tersusun triad yang tidak tampak jelas, bractea dan bracteole berkembang dengan baik. Beberapa jenis *Ixora* yang digunakan dalam penelitian ini masuk dalam subgenus *Eu-Ixora*, seperti *I. javanica*, *I. chinensis*, *I. coccinea*, *I. finlaysoniana*, *I. ackeringae*, *I. paludosa*, dan *I. barbata*. Jenis-jenis tersebut terbagi lagi dalam 4 section dalam subgenera *Eu-Ixora*. Penelitian lainnya oleh Purwantoro (2013) yang melakukan identifikasi 2 spesimen *Ixora* sp dan reidentifikasi *Ixora stricta*, tumbuhan koleksi Kebun Raya Bogor berdasarkan 35 karakter morfologinya. Menurut Purwantoro (2013), ketiga spesimen tersebut teridentifikasi sebagai *I. pseudojavanica* dan memiliki kemiripan morfologi dengan *I. javanica*.

Selanjutnya perbandingan karakter mikromorfologi dan pengelompokan hubungan kekerabatan *Ixora* berdasarkan studi anatomi belum banyak dieksplor. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian dasar mengenai studi anatomi pada daun *Ixora* yang diharapkan dapat menjadi acuan dan pengetahuan mengenai keanekaragaman *Ixora* khususnya koleksi Kebun Raya Bogor. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi keragaman dan kekerabatan 14 jenis *Ixora* berdasarkan karakter anatomi daun.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2018 di laboratorium Treub, Pusat Penelitian

Tabel 1. Jenis-jenis *Ixora* koleksi Kebun Raya Bogor yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Jenis	Petak Tanam	Asal Koleksi
1	<i>Ixora ackeringae</i> (Teijsm. & Binn.) Valetton ex Bremek.	V.D. 32a	Kepulauan Bangka, Sumatra.
2	<i>Ixora amboinica</i> (Blume) DC.	V.E. 131	Biak, Papua.
3	<i>Ixora barbata</i> Roxb. ex Sm.	III.L. 143	Calcutta, India
4	<i>Ixora chinensis</i> Lam.	III.L. 40a	Chinna, Malesia
5	<i>Ixora coccinea</i> L.	V.D. 68a	S.E. Asia
6	<i>Ixora coccinea</i> L.	V.E. 142	Sulawesi Utara
7	<i>Ixora finlaysoniana</i> Wall. Ex G. Don	V.D.25	Pulau Andaman, India
8	<i>Ixora javanica</i> (Blume) DC.	III.L. 156	Kalimantan Selatan
9	<i>Ixora opaca</i> R. Br. ex G. Don	V.D. 37	Sumatra
10	<i>Ixora paludosa</i> (Blume) Kurz	V.E.61	Jawa
11	<i>Ixora parviflora</i> Vahl	V.E.6a	Saharumpore, India
12	<i>Ixora philippinensis</i> Merr.	V.E.94	Sulawesi
13	<i>Ixora pseudojavanica</i> Bremek.	III.L. 160	Jawa
14	<i>Ixora siamensis</i> Wall. ex G. Don	III.L. 39a	S.E. India

Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI. Bahan yang digunakan adalah daun dari 14 jenis *Ixora* koleksi Kebun Raya Bogor (Tabel 1).

Metode pembuatan preparat untuk melihat stomata adalah metode replika mengikuti Haryanti (2010) menggunakan kutek yang dimodifikasi dari metode imprint stomata menggunakan collodion (Long and Clement, 1934) dan cyanoacrilate adhesive (Wilson, 1981). Kutek dioleskan pada permukaan daun kemudian dilekatkan pada selotip ketika sudah kering dan direkatkan pada kaca benda untuk kemudian diamati di bawah mikroskop Olympus CX21. Pengamatan mikromorfologi yang dilakukan meliputi distribusi, tipe, kerapatan, indeks, dan ukuran stomata serta distribusi dan tipe trikoma. Data yang telah terkumpul kemudian digunakan untuk konstruksi dendrogram menggunakan Minitab 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Distribusi dan Tipe Stomata

Distribusi stomata pada 14 jenis *Ixora* tersusun secara tersebar di bagian epidermis bawah daun atau abaksial (hipostomatik). Persebaran dari stomata dapat juga dilihat dari kerapatan stomata tiap luasan millimeter kuadratnya. Terdapat 6 jenis *Ixora* yang memiliki kerapatan diatas 300 sel/mm², yakni berturut-turut dari yang terbanyak: *I. barbata*, *I. javanica*, *I. siamensis*, *I. opaca* *I. akkeringae*, dan *I. paludosa* (Gambar 2). Sedangkan ke 8 jenis lainnya memiliki kerapatan dibawah 300 sel/mm².

Tipe stomata 14 jenis *Ixora* yang diamati ialah tipe parasitik (Gambar 1). Tipe parasitik ditunjukkan dengan adanya satu atau lebih sel-sel tetangga (*subsidiary cells*) yang

tersusun sejajar pori (*stoma*) atau berada tepat di masing-masing sisi sel penjaga (*guard cells*) (Metcalf and Chalk, 1950 in Prabhakar, 2004). Tipe stomata parasitik merupakan tipe yang umum ditemukan pada suku Rubiaceae (Vesque, 1889 in Cotthem, 1970).

Kerapatan, Indeks, dan Ukuran Stomata, Distribusi dan Tipe trikoma

Kerapatan (sel/mm²), indeks (%) dan ukuran stomata dari ke 14 jenis *Ixora*, menjadi karakter pembeda tiap jenisnya. Hasil perhitungan nilai ketiga karakter penciri menunjukkan nilai kerapatan stomata tertinggi (Gambar 2) ialah pada *I. barbata* yakni sebanyak 392±30,86 sel/mm². Kemudian untuk nilai indeks stomata (Gambar 3) pada *I. coccinea* no.68 a memiliki nilai tertinggi yakni 25,56±1,46%. Ukuran stomata (Gambar 4) terbesar masing-masing panjang dan lebarnya pada *I. amboinica* dengan panjang terbesar 27,68±1,39 µm dan stomata terlebar pada *I. chinensis* yaitu 22,34±2,67µm. Sedangkan nilai terendah ketiga karakter penciri diperoleh oleh *I. finlaysoniana* dengan nilai kerapatan 196±7,9 sel/mm²; indeks stomata 10,74±0,44% pada *I. javanica*; dan ukuran stomata terkecil pada *I. parviflora* dengan panjang 18,03±1,92µm dan lebar 12,80±1,26µm. Perbedaan nilai kerapatan dan indeks stomata tiap jenis yang bervariasi dipengaruhi juga oleh jumlah sel epidermis, misalnya pada *I. javanica* dengan nilai kerapatan tertinggi kedua sebesar 372±12,68 sel/mm² akan tetapi memiliki nilai indeks stomata yang paling terkecil sebesar 10,74±0,44% dikarenakan jumlah epidermis yang lebih banyak per mm² dengan ukuran sel epidermis lebih kecil. Distribusi dan tipe trikoma hanya ditemui pada dua spesimen *I.*

coccinea. Trikoma yang diamati merupakan trikoma non-glandular.

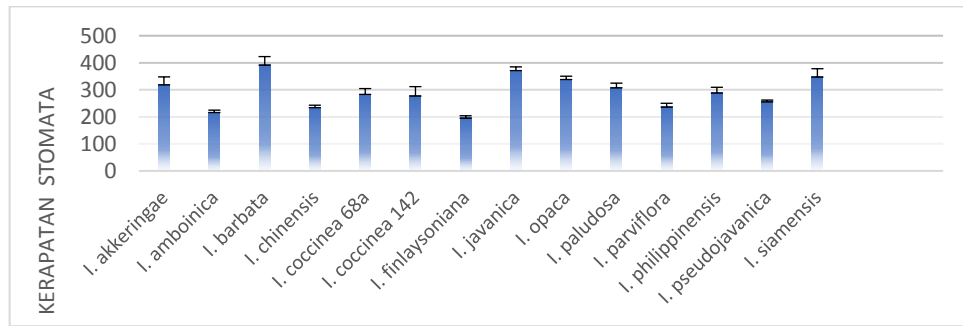
Hubungan Kekeabatan berdasarkan Mikromorfologi Daun

Berdasarkan karakter mikro morfologi daun yakni kerapatan, indeks, ukuran stomata, distribusi dan tipe trikoma, diperoleh hubungan kekeabatan dari 14 jenis *Ixora*. Pada dendrogram hubungan kekeabatan (Gambar 6), *Ixora* terbagi menjadi dua klaster berdasarkan ukuran stomata, yakni kelompok satu terdiri dari jenis *Ixora* dengan ukuran panjang dan lebar stomata melebihi 25 µm sedangkan kelompok kedua memiliki stomata dengan panjang dan lebar kurang dari 25 µm. Kelompok yang pertama terdiri dari *I. opaca*, *I. parviflora*, *I. paludosa*, dan *I. philippinensis*. Kelompok dua terdiri dari *I. ackeringae*, *I. siamensis*, *I. coccinea*, *I. pseudojavanica*, *I. barbata*, *I. chinensis*, *I. amboinica*, *I. finlaysoniana* dan *I. javanica*.

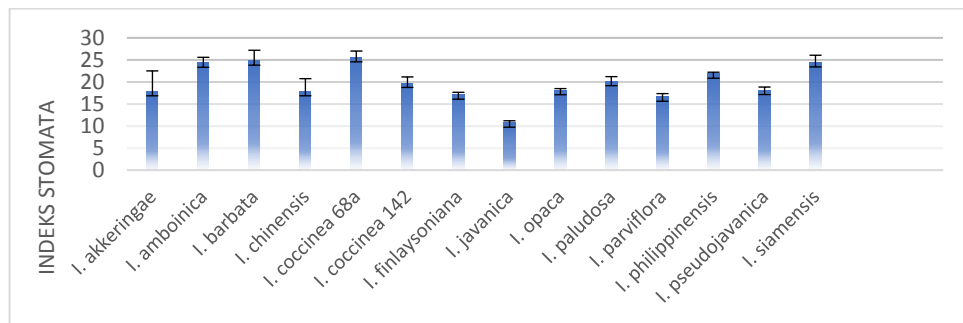
Pembagian klaster *Ixora* berdasarkan ciri stomata menunjukkan bahwa kelompok yang dibentuk tidak memiliki keterkaitan dengan pengelompokan secara taksonomi menurut Bremekamp (1937 in Mouly *et al.* 2009) dan Purwantoro (2013). Pada kelompok 2, *I. coccinea*_142 yang berasal dari seksi *Ixorastrum* tidak mengelompok dengan jenis yang berasal dari seksi yang sama, yakni *I. chinensis* dan *I. coccinea* mengelompok bersama *I. barbata* yang berasal dari seksi *Octobactrum*. Begitu pula halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Purwantoro (2013) yang menyatakan bahwa *I. pseudojavanica* memiliki kesamaan karakter morfologi dengan *I. javanica* dan terdapat dalam pengelompokan taksonomi yang dekat. Husain (1986) juga melaporkan hal serupa bahwa studi ciri anatomi daun



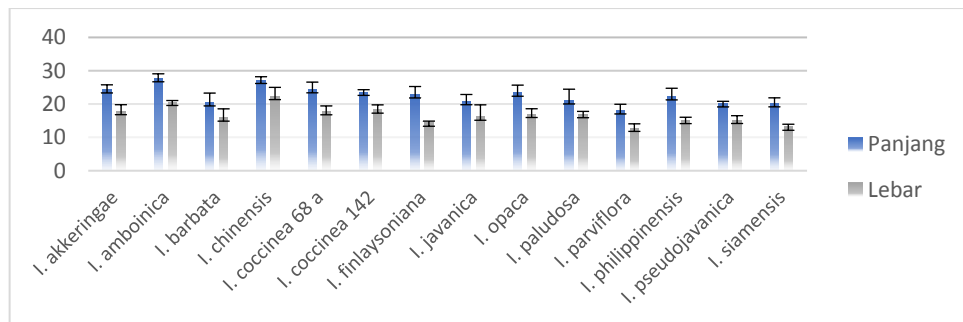
Gambar 1 . Morfologi Bunga dan Daun beserta Tipe Stomata Parasitik Ixora (Perbesaran 100x10)
A) *I. ackeringae*, B) *I. amboinica*, C) *I. barbata*, D) *I. chinensis*, E & F) *I. coccinea*, G) *I. finlaysoniana*, H) *I. javanica*, I) *I. opaca*, J) *I. paludosa*, K) *I. philippinensis*, L) *I. pseudojavanica*, M) *I. siamensis*, dan N) *I. parviflora*.



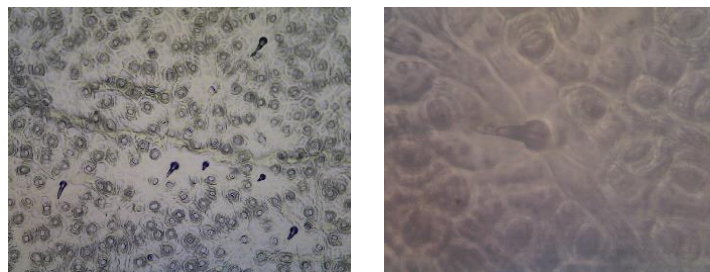
Gambar 2. Histogram Kerapatan Stomata (sel/mm²) 14 Jenis Ixora Koleksi Kebun Raya Bogor



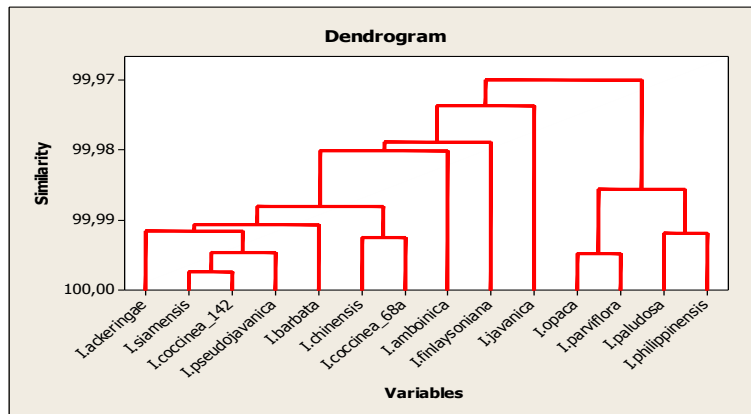
Gambar 3. Histogram Indeks Stomata (%) 14 Jenis Ixora Koleksi Kebun Raya Bogor



Gambar 4. Histogram Ukuran Stomata (panjang dan lebar) 14 Jenis Ixora Koleksi Kebun Raya Bogor



Gambar 5. Trikona pada Epidermis *I. coccinea* (Perbesaran 40x10)



Gambar 6. Dendrogram Hubungan Kekerbatan 14 Jenis *Ixora* Koleksi Kebun Raya Bogor Berdasarkan Karakter Mikromorfologi Daun

pada marga *Ixora* tidak dapat digunakan sebagai ciri pembeda karena tidak memiliki korelasi terhadap ciri morfologinya

KESIMPULAN

Stomata pada keempat belas *Ixora* terdapat pada bagian abaksial daun dan memiliki tipe parasitik. Kerapatan stomata dan indeks stomata tertinggi secara berurutan dimiliki oleh *I. barbata* ($392 \pm 30,86 \text{ sel/mm}^2$), *I. coccinea* no.68 ($25,56 \pm 1,46\%$). Ukuran stomata terpanjang dan terlebar secara berurutan adalah *I. amboinica* dengan panjang stomata $27,68 \pm 1,39 \mu\text{m}$ dan *I. chinensis* dengan lebar stomata $22,34 \pm 2,67 \mu\text{m}$. Ciri anatomi daun tidak dapat digunakan sebagai penciri dalam hubungan kekerabatan antar jenis karena tidak berkorelasi terhadap pengelompokan secara morfologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI serta Koordinator Bidang Koleksi Kebun Raya

Bogor atas ijin yang telah diberikan dalam pelaksanaan penelitian.

KONTRIBUSI PENULISAN

Konsep ide dalam artikel ini dicetuskan oleh Muhammad Rifqi Hariri. Pengambilan data dilakukan oleh semua penulis. Analisis data dilakukan oleh Lydia Natalia Endewip dan Melza Mulyani. Kontribusi mayor dalam penulisan artikel dilakukan Lydia Natalia Endewip dan Melza Mulyani, sedangkan Muhammad Rifqi Hariri dan Yeyen Novitasari merupakan kontributor anggota.

REFERENSI

- Bremekamp, C.E.B. 1937. The Malaysian Species of The Genus *Ixora* (Rub.). In Mouly, A., S.G. Razafimandimbison, A. Khodabandeh and B. Bremer. 2009. Phylogeny and Classification of The Species- Rich Pantropical Showy Genus *Ixora* (Rubiaceae-Ixoreae) with Indications of Geographical Monophyletic Units and Hybrids.

- American Journal of Botany*. 96(3):686-706.
- Davis A.P., Govaerts R., Bridson D.M., Ruhsam M., Moat J., Brummitt N.A. 2009. A Global Assessment of Distribution, Diversity Endemism, and Taxonomic Effort in the Rubiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 96:68-78.
- Hafiz P., Dorly, Rahayu S. 2013. Karakteristik Anatomi Daun dari Sepuluh Spesies Hoya Sukulen serta Analisis Hubungan Kekerabatannya. *Buletin Kebun Raya*. 16(1): 59-73.
- Hakim AR., Dorly, Rahayu S. 2013. Keragaman dan Analisis Kekerabatan Hoya spp. Bertipe Daun Non Sukulen Berdasarkan Karakter Anatomi Daun. *Buletin Kebun Raya*. 16(1): 1-16.
- Haryanti S. 2010. Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi XVIII*. (2): 21-28.
- Husain T. 1986. Taxonomic Studies on Indian Species of the Genus *Ixora* L. (Rubiaceae). *Disertasi: Aligarh Muslim University, India*.
- Long, F.L., and F.E. Clements. 1934. The Method of Collodion Films for Stomata. *American Journal of Botany*. 21:7-17.
- Mabberley D.J. 1997. *The Plant Book. A Portable Dictionary of The Higher Plants*, 2nd Ed. Cambridge: The Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Metcalf, C.R. and Chalk, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press.
- In Prabhakar, M. 2004. Structure, Delimitation, Nomenclature and Classification of Stomata. *Acta Botanica Sinica 植物学报*46(2): 242-252.
- Purwantoro, R.S. 2014. Studi Potensi Jenis-Jenis *Ixora* Liar Sebagai Tanaman Hias. *Prosiding Seminar Ilmiah Perhorti*. 3: 646-654.
- Purwantoro R.S. 2013. Identifikasi Pada Beberapa *Ixora* Kebun Raya Bogor Berdasarkan Analisis Klaster. *Prosiding Expose dan Seminar Pembangunan Kebun Raya Daerah*. Bogor 25-26 November 2013. Hlm.131-139.
- Tao C., Taylor C.M. 2011. Flora of China 19: 39. *Ixora* Linn., Sp. Pl. 1:110. 1953: 177-182.
- Vesque, I. 1889. De l'emploi des caracteres anatomiques dans la classification des vegetaux. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 36: 41-77. In Cotthem, W.R.J.V. 1970. A Classification of Stomatal Types. *Bot. J. Linn. Soc.*, 63: 235-246.
- Wilson, C.I. 1981. Plant Epidermal Sections and Imprints Using Cyanoacrylate Adhesives. *Can. J. Plant Sci.* 61:781-783.
- Witono J.R. 2003. Struktur Epidermis Daun *Pinanga coronata* (Blume ex Mart.) Blume (Palmae) di Jawa dan Bali. *Biodiversitas*. 4(2): 89-92.

Isolasi dan Karakterisasi *Bacillus* sp. Proteolitik dari Kumbang Penggerek Buah Kopi

Jihan Lutfi Utami*, Christina Nugroho Ekowati*, Sumardi*, dan Emantis Rosa*

*Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

Email: jihanlutfiutami@gmail.com

ABSTRACT

One of coffee grower major problems are pests and diseases. Major pests at coffee-growing areas is coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). The use of the bacteria is one of the alternatives to reduce the pests control. The bacteria must break body composition compounds, for example protein. One of proteolytic bacteria is *Bacillus* sp. The result of isolation from the body of coffee berry borer weevil is five isolates, they are H, K, A1, A2, and A3. The result of morphology identification and Gram character, all isolates show that *Bacillus* character and proteolytic. *Bacillus* K isolate shows highest proteolytic index at 1,94.

Keyword: *Bacillus* sp., proteolytic, the coffee berry borer.

PENDAHULUAN

Salah satu kendala utama petani kopi adalah serangan hama dan penyakit. Kendala ini menyebabkan penurunan produktivitas dan kualitas kopi.

Menurut Najiyati dan Danarti (2001), hama utama yang terdapat di seluruh perkebunan kopi adalah penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*). Hal ini disebabkan karena hama ini menyerang kopi dari buah yang masih hijau hingga pasca panen buah kopi. Serangan hama dapat terus menyebar luas ke seluruh area perkebunan, sehingga diperlukan strategi dalam upaya pengendalian serangan hama penggerek buah kopi ini.

Pengendalian serangga hama penggerek buah kopi menggunakan pestisida yang berbahan kimiawi dan dikhawatirkan berbahaya bagi lingkungan. Pengendalian hayati merupakan alternatif biokontrol untuk mengendalikan hama dengan memanfaatkan mikroba entomopatogenik, diantaranya adalah *Bacillus* sp. Pemanfaatan *Bacillus* sp. sebagai biokontrol mulai banyak dilakukan. Hal ini salah satunya disebabkan oleh

kemampuan bakteri ini dalam menghasilkan endospora yang dapat bertahan di lingkungan yang ekstrem dan tahan panas.

Selain adanya endospora, beberapa jenis *Bacillus* mampu menghasilkan δ -endotoksin (protein *Cry*) yaitu kristal protein yang bersifat toksik. Dari aktivitas metabolik *Bacillus* yang menghasilkan enzim protease dan kitinase, dapat mendegradasi telur dan larva insekta sehingga akan menekan perkembangan maupun pertumbuhan hama penggerek buah kopi tersebut.

Kandungan protein pada serangga merupakan komponen yang digunakan sebagai sumber nutrisi dari bakteri proteolitik, seperti *Bacillus* sp.. Oleh karena itu, dilakukan isolasi dan karakterisasi *Bacillus* sp. proteolitik dari kumbang penggerek buah kopi.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2019 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

A. Isolasi *Bacillus* sp.

Sampel diambil dari kumbang penggerek buah kopi yang ada di desa Sumber Rejo, Kabupaten Tanggamus, Lampung. Isolasi dilakukan dengan cara sampel disuspensikan ke dalam larutan NaCl 0,2 M dalam tabung reaksi. Suspensi tersebut kemudian dihomogenkan dengan *vortex mixer* dan dipanaskan dengan *waterbath* pada suhu 85°C selama 15 menit. Kemudian sebanyak 1 mL suspensi diambil secara aseptik menggunakan mikropipet dan diinokulasikan dengan metode goresan pada media *Nutrient Agar* dalam cawan petri steril. Selanjutnya diinkubasi secara terbalik pada suhu kamar selama 24 jam.

B. Pemurnian Isolat *Bacillus* sp.

Koloni yang tumbuh pada cawan petri kemudian dimurnikan pada media *Nutrient Agar* (NA) padat dengan metode goresan kuadran. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Koloni tunggal setelah inkubasi kemudian diinokulasikan ke dalam *Nutrient Agar* (NA) miring dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Kultur yang tumbuh pada NA miring merupakan isolat *Bacillus* murni.

C. Uji Proteolitik

Substrat yang digunakan pada uji protease adalah susu. Satu ose isolat *Bacillus* sp. berumur 24 jam diinokulasikan pada medium *Nutrient Agar* (NA) + 1 % anlene dengan metode goresan. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Aktivitas proteolitik ditandai dengan adanya zona jernih yang terbentuk di sekitar koloni.

D. Penentuan Indeks Proteolitik

Penentuan indeks proteolitik dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Agustien, 2010) :

$$IP = \frac{\text{Diameter zona bening} - \text{Diameter koloni}}{\text{Diameter Koloni}}$$

E. Uji Fisiologis Isolat *Bacillus* sp. Proteolitik

Uji Katalase

Satu ose isolat bakteri berumur 24 jam diinokulasikan pada gelas objek yang telah dibubuhi 1 tetes H₂O₂. Terbentuknya gelembung menunjukkan katalase positif.

Uji Motilitas

Satu ose isolat bakteri berumur 24 jam diinokulasikan menggunakan ose runcing yang ditusukkan secara tegak lurus hingga setengah tinggi pada media *Nutrient Agar* (NA) semi padat. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Motilitas koloni bakteri ditunjukkan dengan bentuk sebaran koloni.

Karakteristik Mikroskopik *Bacillus* sp. Proteolitik

Karakteristik mikroskopik yang diamati melalui pengamatan morfologi sel bakteri yaitu pengecatan Gram dan spora.

HASIL DAN PEMBAHASAN

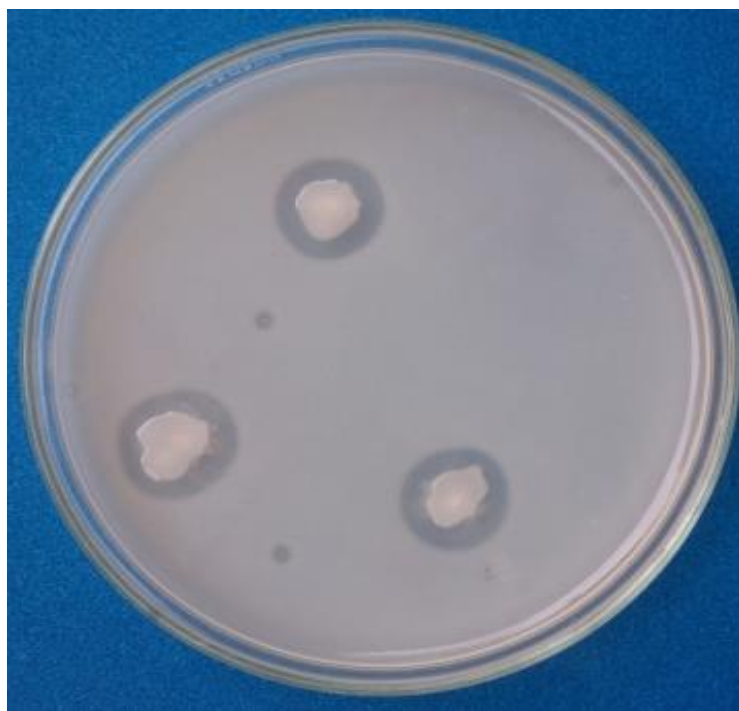
A. Hasil

Hasil penentuan indeks proteolitik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penentuan Indeks Proteolitik

No.	Nama Isolat	Pengulangan	Luas Koloni (cm ²)	Luas Zona Jernih (cm ²)	Indeks Proteolitik
1.	K	1	0,006	0,019	1,94
		2	0,008	0,022	
		3	0,006	0,018	
2.	H4	1	0,008	0,015	1,125
		2	0,008	0,018	
		3	0,008	0,018	
3.	A1	1	0,004	0,007	1,05
		2	0,009	0,019	
		3	0,009	0,019	
4.	A2	1	0,006	0,011	0,77
		2	0,017	0,028	
		3	0,015	0,029	
5.	A3	1	0,008	0,018	1,44
		2	0,011	0,023	
		3	0,006	0,020	

Keterangan : K : permukaan tubuh kumbang, H : Hypo, dan A : Abdomen



Gambar 1. Koloni *Bacillus* sp. Isolat K pada media NA+1% anlene

Keterangan : a) *Bacillus* sp. yang tumbuh, b) Terbentuk zona jernih di sekitar koloni, c) Media NA+1% anlene

Hasil isolasi bakteri dari kumpang kopi diperoleh 5 isolat. Koloni tunggal yang terpisah kemudian dimurnikan. Berdasarkan ciri mikroskopik dan sifat katalase, isolat teridentifikasi sebagai genus *Bacillus* dengan ciri berbentuk batang, Gram positif, dan membentuk spora. Seluruh isolat bersifat katalase positif. Bakteri katalase positif memiliki kemampuan memecah H_2O_2 dengan enzim katalase maka segera membentuk suatu sistem pertahanan dari toksik H_2O_2 yang dihasilkannya sendiri (Alhadi, 2010). Pada uji motilitas, hampir semua isolat bersifat motil dan memiliki pola pertumbuhan yang sama yaitu echinulate. *Bacillus* sp. merupakan bakteri Gram positif berbentuk batang. Pengujian bakteri dengan uji katalase menunjukkan bahwa *Bacillus* memiliki kemampuan katalase positif (Pelczar dan Chan, 2005).

Hasil uji protease kelima isolat menunjukkan aktivitas proteolitik, namun kemampuan setiap isolat berbeda. Indeks proteolitik tertinggi terdapat pada isolat *Bacillus* K sebesar 1,94. Indeks proteolitik terendah terdapat pada isolat *Bacillus* A2 sebesar 0,77.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh adalah :

1. Hasil isolasi dari tubuh kumpang penggerek kopi diperoleh lima isolat yaitu H, K, A1, A2, dan A3.
2. Hasil identifikasi morfologi dan sifat Gram, seluruh isolat menunjukkan karakter *Bacillus*, dan bersifat proteolitik.
3. Isolat *Bacillus* K menunjukkan indeks proteolitik tertinggi yaitu 1,94.

REFERENSI

- Agustien, A. 2010. *Protease Bakteri Termofilik*. Unpad Press. Bandung.
- Alhadi, Fatri. 2010. Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Streptococcus Ecqui* Penyebab Strangles Pada Kuda. *Skripsi*. FKH IPB. Bogor.
- Najiyati, S dan Danarti. 2001. Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pelczar. M.J. dan E.C.S. Chan. 2005. Dasar Dasar Mikrobiologi. UI Press. Jakarta.

Karakterisasi Proteolitik Fungi Entomopatogen *Aspergillus* sp. dari Kecoa *Periplaneta americana*

Ferly Apriliani*, Emantis Rosa*, C.N. Ekowati*, Tundjung Tripeni Handayani*

*) Biologi FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email : ferlyapriliani6@gmail.com

ABSTRACT

Periplaneta americana cockroach is an insect that becomes a vector of disease. Generally Indonesian people control cockroaches with chemicals that are at risk of poisoning humans and are not environmentally friendly. To reduce the risk, the steps taken are by using one biological controller with fungi *Aspergillus* sp. which is entomopathogenic. The fungus used must have proteolytic activity to be able to break down proteins which are one of the constituent compounds of the pest body. Results from proteolytic characterization of *Aspergillus* sp. showed that *Aspergillus* sp. has proteolytic activity with a proteolytic index of 0,708

Keyword: *Aspergillus* sp., proteolytic, *Periplaneta americana* cockroach

PENDAHULUAN

Kecoa jenis *Periplaneta americana* termasuk ke dalam golongan serangga Orthoptera yang masih berkerabat dengan Belalang. Kecoa merupakan vektor dari beberapa penyakit karena tubuh kecoa membawa patogen seperti *Salmonella* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., dan bakteri patogen lainnya. Cara yang ditempuh oleh masyarakat dalam memberantas kecoa ini yaitu dengan menggunakan insektisida kimia. Untuk mengurangi penggunaan insektisida kimia dalam memberantas kecoa yaitu menggunakan agen hayati berupa fungi entomopatogen.

Fungi entomopatogen merupakan bioinsektisida yang dapat menyerang cakupan inang yang luas dan tepat sasaran. Kemampuan fungi entomopatogen dalam mematikan kecoa ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah karakter fisiologis fungi itu sendiri.

Aspergillus sp. termasuk dalam kelas Ascomycetes yang mudah ditemukan di alam, bersifat saprofit. *Aspergillus* berkembang biak dengan membentuk hifa dan konodiofora yang membentuk spora. Koloni berwarna putih kekuningan hingga kehitaman. Koloni berbentuk rantai bulat. Reproduksi fungi ini dapat secara seksual dan aseksual (Yosmed, 2010).

Fungi *Aspergillus* terdiri dari beberapa jenis diantaranya adalah *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus* dan *Aspergillus parasitivus*.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa fungi *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasitivus* dapat digunakan sebagai biopestisida karena memiliki kemampuan dalam menghasilkan mitokosin untuk membunuh serangga (Meitry & Rudias, 2015).

Kandungan protein pada serangga merupakan komponen yang digunakan sebagai salah satu sumber nutrisi dari fungi proteolitik, seperti *Aspergillus* sp. Oleh karena itu, dilakukan karakterisasi *Aspergillus* sp. proteolitik dari kecoa.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Adapun bahan yang digunakan adalah aquades, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), spiritus, *Potato dextrose Broth* (PDB), alkohol 70%, kecoa, susu anlene, cawan petri, bunsen, ose jarum, *autoclave*.

1. Isolasi Fungi Entomopatogen

Metode yang dilakukan untuk isolasi menggunakan metode *Moist Chamber*.

Langkah pertama yaitu kecoa direndam pada alkohol 70% selama 30menit. Kemudian dibilas dengan aquades. Bagian-bagian tubuh kecoa seperti kepala, sayap, perut dan kaki dipisah-pisahkan. Bagian-bagian tersebut diletakkan pada cawan petri steril yang telah dialasi oleh tissue steril dan ditetesi aquades steril. Inkubasi dilakukan selama 7 hari pada tempat yang lembab dengan suhu ruang 25⁰-27⁰C. Setelah diinkubasi, fungi yang tumbuh pada tiap-tiap bagian kecoa kemudian diisolasi dan dimasukkan pada media buatan untuk pemurnian.

2. Pemurnian Isolat Fungi Entomopatogen

Koloni fungi yang memiliki morfologi berbeda diinokulasi pada media PDA miring pada, kemudian diinkubasi selama 7 hari dengan suhu 25-28⁰C sebagai persediaan isolat. Biakan murni fungi yang didapatkan, kemudian diidentifikasi berdasarkan Alexopoulos et al., (1996). Identifikasi fungi dilakukan dengan mengamati beberapa karakter morfologi baik secara makroskopis(warna, bentuk, dan arah pertumbuhan koloni) maupun secara mikroskopis (percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan).

3. Uji Protease Fungi Entomopatogen

Susu skim digunakan sebagai subtrat untuk menguji aktivitas enzim protease. Uji kualitatif enzim protease adalah dengan cara menginokulasikan isolat fungi entomopatogen pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) + susu Anlene 1% dengan metode titik, kemudian diinkubasi pada suhu ruang (25-28⁰C) selama 3 hari. Jika terbentuk zona bening disekitar koloni fungi pada permukaan media, maka menunjukkan hasil positif aktivitas enzim protease.

4. Penentuan Indeks Proteolitik

Penentuan indeks proteolitik dari hasil uji fisiologis dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Agustien, 2010):

$$IP = \frac{D1-D2}{D2}$$

Keterangan : D1= Diameter zona jernih
D2= Diameter koloni fungi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan hasil isolasi yang dilakukan dengan metode *moist chamber* diperoleh koloni fungi *Aspergillus* sp. yang kemudian dimurnikan dan dilakukan pengamatan secara mikroskopis. Hasil isolasi yang dimurnikan dan pengamatan ditunjukkan oleh gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Koloni fungi *Aspergillus* sp. pada media PDA yang telah dimurnikan



Gambar 2. Morfologi fungi *Aspergillus* sp. secara mikroskopis dengan teknik *slide culture*

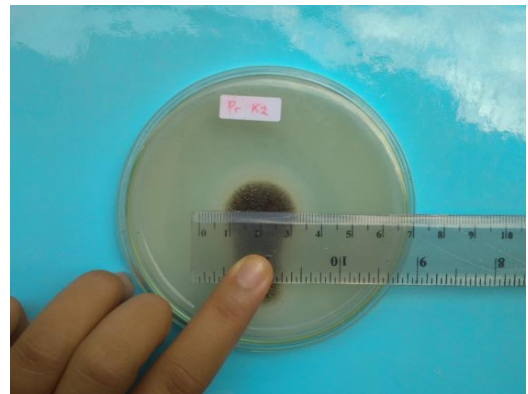
B. Pembahasan

Fungi yang menginfeksi serangga disebut Fungi Entopatogenik. Saat ini telah dikenal lebih dari 750 spesies fungi entopatogenik dan sekitar 100 genera fungi. Berbeda dengan virus, fungi patogen masuk ke dalam tubuh serangga tidak melalui saluran makanan tetapi langsung masuk ke dalam tubuh melalui kulit atau integumen. Setelah konodia fungi masuk ke dalam tubuh serangga, fungi memperbanyak diri melalui pembentukan hife dalam jaringan epicutikula, epidermis, hemocoel serta jaringan-jaringan lainnya, dan pada akhirnya semua jaringan dipenuhi oleh miselia fungi.

Aspergillus sp. merupakan salah satu jenis agensia pengendali hayati yang telah dilaporkan mampu bersifat antagonis dan dapat mematikan serangga hama. *Aspergillus* sp. dilaporkan mampu bersifat patogen terhadap beberapa hama salah satunya adalah *Helopeltissp.* (Pasarudkk., 2014)

Fungi entomopatogen dapat mematikan serangga hama dengan hifa dari spora yang masuk ke rongga dalam tubuh inang karena bantuan enzim dan tekanan mekanik. Akhirnya seluruh tubuh serangga inang penuh dengan propagul dan bagian yang lunak dari tubuhnya akan ditembus keluar dan mendapatkan pertumbuhan hifa di luar tubuh serangga inang. Pertumbuhan hifa eksternal akan menghasilkan konidia yang masak dan disebarkan ke lingkungan kemudian menginfeksi serangga hama yang sehat (Prayogo dan Tengkan, 2005)

Ciri-ciri fungi yang terdapat pada cawan petri yaitu menghasilkan spora berwarna hitam dengan warna putih disekitar tepi koloni yang menyebar di medi PDA. Setelah itu dilakukan pengamatan mikroskopis dengan menggunakan teknik *slide cultur*. Hasil pengamatan mikroskopis didapatkan ciri fungi dengan hifa yang tidak bersekat dan konidia bersekat. Berdasarkan ciri yang diperoleh dapat diketahui bahwa fungi yang didapatkan termasuk dalam genus *Aspergillus* (Schlegel, 1994).



Gambar 3. Hasil uji proteolitik fungi *Aspergillus* sp. dan pengukuran zona jernih

Hasil uji proteolitik menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan adanya zona jernih disekitar koloni. Fungi dapat mendegradasi susu anlene sehingga terbentuk zona jernih di sekitar koloni. Hasil aktivitas enzim protease diukur dengan indeks proteolitik. Semakin tinggi nilai indeks yang diperoleh maka semakin besar produksi enzim ekstraseluler. Gambar 3 menunjukkan zona jernih yang terbentuk dan hasil perhitungannya yang diperoleh yaitu sebesar 0,708.

KESIMPULAN

Isolat yang didapatkan merupakan fungi yang termasuk ke dalam genus *Aspergillus* dan merupakan fungi proteolitik dengan indeks proteolitik sebesar 0,708.

SARAN

Perlu dilakukan uji karakteristik yang lain seperti uji aktivitas kitinase dan aktivitas lipase untuk menunjang potensi fungi *Aspergillus* untuk dijadikan sebagai pengendali hayati kecoa.

REFERENSI

- Agustien, A. 2010. Protease Bakteri Termofilik. Universitas Padjajaran PRESS. Bandung.
- Meitry, T. & Rudias 2015. Isolasi dan identifikasi cendawan berguna asal poso potensinya sebagai agens pengendali serangga hama. *AgroPet*, 12(2002): 23–30.

- Pasaru, F., Alam, A., Kuswinanti, T., Mahfudz & Shahabuddin. 2014. Prospective of entomopathogenic fungi associated with *Helopeltis* spp. (Hemipter: Miridae) on cacao Plantation. *International Journal of Current Research and Academic Review* 2(11): 227
- Prayogo, Y dan W. Tengkan. 2005. *Pengaruh Media Tumbuh terhadap Daya Berkecambah, Sporulasi, dan Virulensi Metarhizium anisopliae (Metchnikoff) Sorokin Isolat Kendal payak pada Larva Spodoptera litura*. Hlm:123-131. *Dalam: Bintoro, P., Umiyati, P. Widiyaningrum & I. O. Utami (Editor). Jurnal Pengembangan Ilmu-ilmu Pertanian SAINTEKS*. Vol. XI (3): 65-81.
- Schlegel, H. G. 1999., *Mikrobiologi Umum*, 202 Edisi ke-6. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yosmed, H. 2010. Isolasi Cendawan Entomopatogen Pada Serangga Terinfeksi di Daerah Pertanian Kecamatan X Koto Tanah Datar. *Jurnal Saintek*, II(2): 99 – 1.

Prevalensi Infeksi Kutu *Haematomyzus elephantis* Pada Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) Di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas (TNWK)

Yesi Musliha¹⁾, Nismah Nukmal²⁾, R. Wisnu Nurcahyo³⁾, Elly L. Rustiati⁴⁾

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Lampung

Jurusan Kedokteran Hewan FKH Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Email: muslihayesi@gmail.com

ABSTRACT

Ectoparasites are parasitic organisms live outside on the surface of host body, such as lice. Lice attacks with large amounts can cause hair loss, anemia, irritation, until death of the host. One example of a lice host is the Sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*). Sumatran elephant is an animal with conservation status in the IUCN which is Critically endangered (critical) caused by poaching conflicts between humans and elephants, habitat shifts, and parasitic attacks. This study aims to determine the prevalence *Haematomyzus elephantis* lice infection and its distribution region on the body of Sumatran elephants in PLG TNWK. Observation research under the TFCA Sumatra and Konsorsium Vesswic FKH UGM Dr. drh. R. Wisnu Nurcahyo program in Management of fostered Sumatran elephants in Sumatra with the aim of improving the quality of benign Sumatran elephants in Sumatra in December 2018 to February 2019 in PLG TNWK and identification at Zoology Laboratory of the Department of Biology FMIPA University of Lampung. 6 individual sumatran elephants with differences sex and age were used as research samples. Lice sampling was carried until 3 days in the morning at 08.00 WIB and the afternoon at 16.00 WIB. Lice samples obtained were put into a collection bottle, then identification the morphological character and made preparations. The prevalence of lice is counted based on the Kabata formula (1985). The prevalence of *H. elephantis* lice reaches 83.33% with the largest lice distribution area found in the Sumatran elephant body area.

Keyword: *Haematomyzus elephantis*lice, prevalence, sumatran elephants

PENDAHULUAN

Gajah sumatera merupakan satwa langka yang dilindungi undang-undang sejak zaman Belanda dengan Peraturan Perlindungan Binatang Liar Tahun 1931 No 134 dan 266. Keberadaan gajah sumatera yang semakin terancam dan terus menurun di habitat alaminya, perlu dilakukan suatu upaya konservasi terhadap hewan tersebut. Namun, upaya tersebut terhalang salah satu kendala yaitu infeksi organisme parasit (Hadi & Soviana, 2010).

Kutu merupakan salah satu ektoparasit host spesifik yang hidup pada permukaan tubuh inangnya yang dapat menimbulkan kerugian seperti penurunan produksi, anemia, dermatitis hingga kematian. Hewan yang biasanya diserang ektoparasit antara lain

unggas (ayam dan burung) dan mamalia (kelinci, tikus, orang utan, gajah) (Hadi & Soviana, 2010).

Salah satu provinsi yang mempunyai taman nasional dengan margasatwa yang khas seperti gajah sumatera yaitu Lampung berupa Taman Nasional Way Kambas yang terdapat 68 individu gajah sumatera binaan pada tahun 2019.

Persentase populasi gajah sumatera yang terinfeksi kutu pada waktu tertentu sangat penting untuk diketahui agar dapat diminimalisir atau ditanggulangi secara cepat. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini mengetahui prevalensi kutu *H. elephantis* pada gajah sumatera di PLG dan mengetahui regio sebaran kutu *H. elephantis* pada tubuh gajah sumatera.

METODE

Penelitian dilakukan di PLG TNWK dan pengamatan kutu *H.elephantis* di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, pada bulan Desember 2018 sampai Februari 2019.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah alat untuk koleksi kutu berupa botol koleksi dan kertas label, sedangkan alat yang digunakan untuk pengamatan kutu berupa mikroskop binokuler, cawan petri, gelas objek, kamera *smartphone*, dan kalkulator. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu 6 individu gajah sumatera, alkohol bertingkat 60%, 70%, 80%, 90%, akuadest, xylol, KOH, asam asetat dan cat kuku.

Pada penelitian ini digunakan metode *purposive sampling* yaitu menentukan sampel berdasarkan pertimbangan umur dan jenis kelamin gajah sumatera yaitu sebanyak 6 individu gajah sumatera. Pengambilan sampel kutu gajah sumatera dilakukan setiap hari selama 3 hari pada gajah sumatera yang sama pada pagi hari pukul 08.00 WIB dan sore hari pukul 16.00 WIB pada saat

pemandian. Pengambilan sampel kutu dilakukan dengan rabaan jari yang dibantu oleh mahout pada 7 bagian regio tubuh gajah sumatera. Sampel yang diperoleh dimasukkan kedalam botol koleksi dan selanjutnya diberi label tentang tanggal pengambilan dan nama gajah sumatera.

Perhitungan prevalensi kutu *H.elephantis* berdasarkan rumus Kabata (1985) adalah:

$$\frac{\text{Jumlah yang terserang ektoparasit}}{\text{Jumlah yang diperiksa}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prevalensi Infeksi Kutu *Haematomyzus elephantis* pada Gajah Sumatera di PLG TNWK

Prevalensi kutu *H.elephantis* pada enam gajah sumatera yaitu sebesar 83,33% (Tabel 1).

Tabel 1. Prevalensi kutu *H.elephantis* pada gajah sumatera di PLG TNWK

No	Nama Gajah Sumatera	Jumlah Kutu <i>H.elephantis</i> (Ekor)	Positif/Negatif
1.	Gadar	195	Positif
2.	Bery	12	Positif
3.	Sugeng	0	Negatif
4.	Quen	28	Positif
5.	Karmila	19	Positif
6.	Kartijah	5	Positif
Prevalensi			5 (83,33%)

Prevalensi infeksi kutu *H.elephantis* pada 6 individu gajah sumatera yaitu mencapai 83,33%. Tingginya prevalensi infeksi kutu belum memberikan dampak bagi

kesehatan gajah sumatera di PLG karena jumlah kutu yang ditemukan masih sedikit yaitu berkisar antara 0 sampai 195 ekor dan juga karena semua sampel gajah sumatera dalam keadaan sehat dan belum menunjukkan gejala klinis seperti luka-luka

atau bekas goresan hingga dapat menyebabkan dermatitis dan anemia.

Menurut Fowler & Mikota (2006) keberadaan kutu dengan jumlah yang sedikit pada individu gajah umumnya tidak menjadi masalah kesehatan pada gajah tersebut sebaliknya apabila infestasi kutu pada gajah dengan jumlah yang banyak maka dapat mengganggu kesehatan gajah seperti terjadinya dermatitis, pruritis, kulit bersisik kering, dan pembentukan kerak pada leher, penutup telinga, bagian perut, daerah aksila, dan di sekitar pangkal ekor. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi adanya infeksi kutu seperti daya imun gajah sumatera, aktivitas gajah sumatera, faktor lingkungan maupun faktor medis.

Menurut Akhira *et al.* (2013) pada usia anak-anak sistem imun belum maksimal bekerja yang dapat menyebabkan daya tahan tubuh rendah bila dibandingkan dengan usia dewasa sehingga kemungkinan anak-anak lebih mudah terinfeksi parasit. Fowler & Mikota (2006) mengatakan infeksi ektoparasit yang umumnya terjadi di alam liar atau penangkaran dapat terjadi melalui

kedekatan hubungan antara gajah yang satu dengan gajah yang lain.

Selain itu faktor medis berperan dalam banyaknya infeksi kutu pada gajah sumatera. Selama setahun belakangan, gajah sumatera di PLG tidak diberi obat antiparasit, seharusnya dilakukan pemberian obat antiparasit seminggu sekali atau minimal tiga sampai empat kali setahun (Anggraini, 2018; Komunikasi Pribadi). Subronto (2006); Fowler & Mikota (2006) menyatakan pengendalian kutu dapat dilakukan pemberian ivermectin sesuai dosis seminggu sekali, baik per oral maupun subkutan untuk mencegah terjadinya penetasan telur.

B. Hasil Pengamatan Kutu *Haematomyzus elephantis* pada Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di PLG TNWK6

Kutu *H.elephantis* yang ditemukan pada gajah sumatera di PLG TNWK memiliki karakter morfologi spesifik baik jantan maupun betina (Tabel 2).

Tabel 2. Karakter morfologi kutu *H.elephantis* pada gajah sumatera di PLG TNWK

No	Gambar kutu <i>H.elephantis</i>	Kunci Identifikasi (Sumber)	Karakter Morfologi
----	---------------------------------	-----------------------------	--------------------

(Perbesaran)

1.



Betina (4x10)



(Suranga *et al.*, 2016)

Ukuran panjang tubuh
0,7 mm – 1,0 mm dan
lebar 0,4 mm – 0,5 mm.

Ujung abdomen
membulat.

2.



Jantan (4x10)



(Hongrui, 2012)

Ukuran panjang tubuh
0,6 mm – 0,8 mm dan
lebar 0,3 mm – 0,5 mm.

Ujung abdomen
meruncing.

Kutu *H. elephantis* memiliki ciri-ciri yaitu terdapatnya rostrum yang panjang, tubuh bersegmen, dan terdapat tiga pasang kaki. Kutu jantan ukuran tubuhnya lebih kecil, pendek dan bagian ujung abdomen lebih menonjol, sedangkan kutu betina memiliki ukuran tubuh lebih besar, panjang dan ujung abdomen membulat (Tabel 2). Hal ini sependapat dengan Wall & Shearer (2001) yaitu *H. elephantis* jantan memiliki ukuran tubuh lebih kecil dan pendek sedangkan betina memiliki ukuran tubuh relatif besar dan panjang, dengan ciri sebagian besar pipih, tubuh bersegmen, terdapat antena di kepala, tiga pasang kaki dengan masing-masing lima segmen. Warna kutu ini adalah kuning emas hingga

kecoklatan dengan panjang jantan 0,6 mm-0,8 mm dan lebar 0,3 mm – 0,5 mm sedangkan kutu betina memiliki panjang 0,7 mm – 1,0 mm dan lebar 0,4 mm – 0,5 mm (Tabel 2). Menurut Sudan *et al.* (2015) kutu dewasa memiliki warna kuning emas memanjang hingga berbentuk oval dengan ukuran panjang $2,0 \pm 0,31$ mm dan lebar abdomen $1,18 \pm 0,17$ mm.

C. Regio Sebaran Kutu pada Gajah Sumatera di PLG TNWK

Bagian tubuh gajah sumatera yang lebih disukai oleh kutu *H. elephantis* adalah badan (Tabel 3).

Tabel 3. Regio sebaran kutu pada gajah Sumatera di PLG TNWK

No	Nama Gajah Sumatera	Bagian-bagian tubuh gajah Sumatera						
		Kepala	Leher	Kaki	Badan	Belalai	Telinga	Ekor
1.	Gadar	11	17	65	97	-	5	-
2.	Bery	-	4	6	1	1	-	-
3.	Sugeng	-	-	-	-	-	-	-
4.	Quen	2	13	4	10	-	-	-
5.	Karmila	-	6	6	6	-	-	-
6.	Kartijah	-	2	1	1	-	-	-
Total (258 ekor)		13	42	82	115	1	5	-
100 %		5%	16%	32%	45%	0%	2%	0%

Regio sebaran tubuh gajah Sumatera yang banyak ditemukan kutu yaitu area badan (45%) sedangkan yang sedikit yaitu pada ekor (0%). Area badan banyak ditemukan kutu karena merupakan area lipatan yang lunak (*axilla*), bagian area tersembunyi dan daerah yang lembab terutama pada bagian bawah perut, serta pada badan juga terdapat banyak rambut yang menjadi sumber makanan bagi kutu selain menghisap darah inangnya.

Hal ini sependapat dengan Sudan *et al.* (2015) bahwa infestasi kutu *H.elephantis* lebih banyak pada daerah banyak rambut, lipatan kulit lunak (*axilla*) daerah selangkangan, daerah telinga dan daerah berdekatan dengan kepala dan leher. Sedangkan pada bagian ekor gajah Sumatera tidak ditemukan kutu karena bukan area lipatan yang lunak (*axilla*), terbuka dan tidak lembab. Hal ini juga diduga saat pengambilan kutu tidak dilakukan penyisiran pada ekor gajah Sumatera. Menurut Zein dan Saim (2001) penyisiran, rabaan jari maupun penyikatan merupakan cara yang dapat dilakukan untuk pengambilan ektoparasit yang menempel pada permukaan tubuh.

FKH UGM atas hibah penelitiannya serta kepada mahout-mahout di PLG TNWK Bapak Yunizar, Bapak Suharno, Bapak Karsono, Bapak Fajar Dwi Wibowo, Bapak

Upaya yang harus dilakukan agar gajah Sumatera bebas dari parasit terutama ektoparasit seperti kutu yaitu dengan menjaga kesehatan gajah seperti pemberian obat antiparasit secara terus menerus, memandikan gajah Sumatera dengan menggosok seluruh area badannya, menjaga pola makan gajah Sumatera serta melihat aktivitas perilaku gajah Sumatera. Sehingga pelestarian gajah Sumatera dapat terus terjaga. Kegiatan-kegiatan pelestarian gajah Sumatera di PLG antara lain yaitu pemberian pakan *drop in*, penggembalaan, penyediaan air, hingga perawatan medis (Nuraeni, 2010).

KESIMPULAN

Prevalensi kutu *Haematomyzus elephantis* yang ditemukan pada gajah Sumatera di PLG yaitu 83,33% dimana satu individu gajah Sumatera tidak ditemukan kutu dan bagian tubuh gajah Sumatera yang banyak ditemukan kutu yaitu area badan mencapai 45%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan kepada TFCA Sumatera dan Konsorsium Vesswic Rekadin dan Bapak Kamdani yang telah membantu dalam pengambilan sampel kutu.

REFERENSI

- Akhira, D., Y. Fahrimal, dan M. Hasan. 2013. Identifikasi Parasit Nematoda Saluran Pencernaan Anjing Pemburu (*Canis familiaris*) Di Kecamatan Lareh Sago Halaban Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Medika Veterinaria*. ISSN: 0853-1943 Vol.7 No.1
- Fowler, M.E., & Mikota, S.K. 2006. *Elephant Biology, Medicine and Surgery*. John Wiley and Sons, USA.
- Hadi, UK & Soviana, S. 2010. *Ektoparasit: Pengenalan, Identifikasi dan Pengendaliannya*. Bogor: Lab. Entomologi IPB.
- Hongrui, Z.2012. *Haematomyzus elephantis* male. <http://e-flora.myspecies.info/file/98>. [14April 2019].
- Kabata, Z. 1985. *Parasites and Diseases of fish cultured in the tropics*. Taylor and Francis, London.
- Nuraeni, R. 2010. *Majalah Bravo: Taman Nasional Way Kambas*. Lampung.
- Subronto.2006. *Penyakit Infeksi Parasit & Mikroba pada Anjing dan Kucing*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Sudan, V., Jaiswal, A.K., & Shanker, D.2015. A Rare Documentation of *Haematomyzus elephantis* lice from elephant of Mathura. *Journal of Parasitic Diseases* 39:793-794.
- Suranga, W.H.V., Dangolla, A., Rajapakshe, C., & Rajapakse, J.R.P.V. 2016. Morphology and Prevalence of the louse *Haematomyzus elephantis* in Captive Asian Elephants in Sri Lanka. *Journal Gajah* 44: 40-42.
- Wall, R., & Shearer, D. 2001. *Veterinary Entomology: Arthropod Parasites of Veterinary Importance*. 1st Edition. Chapman and Hall. London, UK.
- Zein MSA & Saim A. 2001. Populasi, Pola Pertumbuhan dan Ektoparasit Rusa Timor (*Cervus timorensis macassaricus* Heude, 1896) di Padang Savana Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Propinsi Sulawesi Tenggara. *Biota* 6 (1): 9-16.

Keanekaragaman Kerang (*Bivalvia*) di Sepanjang Perairan Pantai Pancur Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran

Siti Rukanah¹⁾, Gres Maretta²⁾

¹⁾ UIN Raden Intan Lampung.

²⁾ Institut Teknologi Sumatera.

Email: sitie.rukanah@gmail.com

ABSTRACT

Pancur Beach is located in Sukarame Village with tidal areas and there is a variety of biota bivalves. *Bivalvia* can be used as an economic source, food source, and as a bioindicator to predict a water quality and is a community that has high diversity. The purpose of this study was to calculate the level and amount of diversity of Bivalves using the line transect method. Bivalve identification uses the FAO The Living book Marine Resources of the Western Pacific Volume 1. The results of the study found 38 individuals from 4 Bivalve families namely Arcidae, Cardidae, Mactridae, and Veneridae. The calculation results from the Shannon-Wiener diversity index was 1.3, 0.67, 0.09 dan 1.2. The dominance index was 0.3, 0.62, 0.42 and 0.32. The species abundant was Arcidae sp. The quality of waters in Pancur beach was in the good category for the growth of the Bivalve.

Keyword: bioindicator, identification, line transect

PENDAHULUAN

Provinsi Lampung memiliki luas laut kurang lebih 12 mil, wilayah pesisir sekitar 440.010 Ha, dan garis pantai sekitar 1.105 Km (Alpharesy,2012).

Pantai Pancur terletak di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran. Pantai Pancur ini terbilang pantai yang masih asri dan ombaknya pun terbilang kecil sehingga sangat cocok untuk berlibur. Pantai ini memiliki ciri khas dengan pasir berwarna putih, dikelilingi banyak pulau-pulau kecil, dan banyak pohon waru doyong dan tanaman bakau yang mengarah ke pantai membuat suasana pantai jauh lebih menarik. Pantai ini berbatasan dengan sebelah utara Kampung Baru, sebelah selatan Kota Jawa, sebelah timur Pulau Legundi dan sebelah barat Kota Jawa dan Kampung Baru. Selain digunakan untuk tempat rekreasi juga digunakan untuk aktivitas lain seperti transportasi dan pemukiman masyarakat.

Transportasi dan pemukiman masyarakat ini akan mempengaruhi kondisi pantai ini terutama kualitas perairan. Kualitas suatu perairan dapat digambarkan oleh kehadiran dan kelimpahan biota di lingkungan tersebut (Amin,2012). Salah satu biota yang dapat terpengaruh langsung akibat adanya penurunan lingkungan adalah bivalvia. Hal ini karena bivalvia memiliki karakteristik hidupnya menetap di lingkungan tertentu (Carpenter,1998).

Bivalvia (*bivalvia*) merupakan hewan yang memiliki cangkang setangkup, dan pada umumnya berbentuk simetri bilateral, dan memfungsikan otot adduktor dan reduktornya (Susetya,2017). Kehadiran bivalvia di suatu perairan menambah nilai ekonomis yang sangat tinggi. Namun hingga saat ini banyak masyarakat sekitar yang belum memahami sepenuhnya tentang bivalvia ini, mereka kebanyakan hanya mengenal satu atau dua nama bivalvia saja.

Bivalvia merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang terdapat di perairan Indonesia. Kelas ini dalam perkembangannya dilaporkan memiliki 30.000 jenis. Habitat bivalvia ini adalah di laut dan payau. Penelitian yang relevan tentang Keanekaragaman Bivalvia (bivalvia) telah dilakukan oleh Lutvi Syahroni Putra (2015) dalam skripsi “Keanekaragaman Bivalvia (Bivalvia) di Zona Intertidal Teluk Pangpang Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi dan Pemanfaatannya dalam Buku Suplemen” dan Nella Indry Septiana (2017) dalam skripsi “Keanekaragaman Bivalvia dan Gastropoda di Pantai Pasir Putih Kalianda Lampung Selatan”.

Pantai memiliki peranan penting sebagai habitat berbagai jenis organisme. Kondisi pantai yang baik, tidak hanya akan menguntungkan secara ekologis, tetapi juga merupakan sumber penghidupan bagi masyarakat, baik secara langsung bagi masyarakat nelayan maupun secara tidak langsung bagi masyarakat lainnya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menghitung indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan kemelimpahan Bivalvia di Pantai Pancur Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran dan identifikasi parameter fisika dan kimia perairan laut.

METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Pantai Pancur Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran dengan luas area pantai sekitar ± 6 Ha dan panjang pantai ± 2 Km pada bulan Agustus 2018 saat air laut surut. Pengukuran parameter

fisika dan kimia akan dilaksanakan di lokasi penelitian, sedangkan identifikasi bivalvia dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, sendok, sekop, penggaris, tali rafia, cool box, kertas lakmus, kertas label, plastik bening, pipa paralon, meteran, thermometer, bivalviaka kuadrat ukuran 1 x 1 m², dan buku identifikasi bivalvia. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, formalin 4 % dan alkohol 70 %.

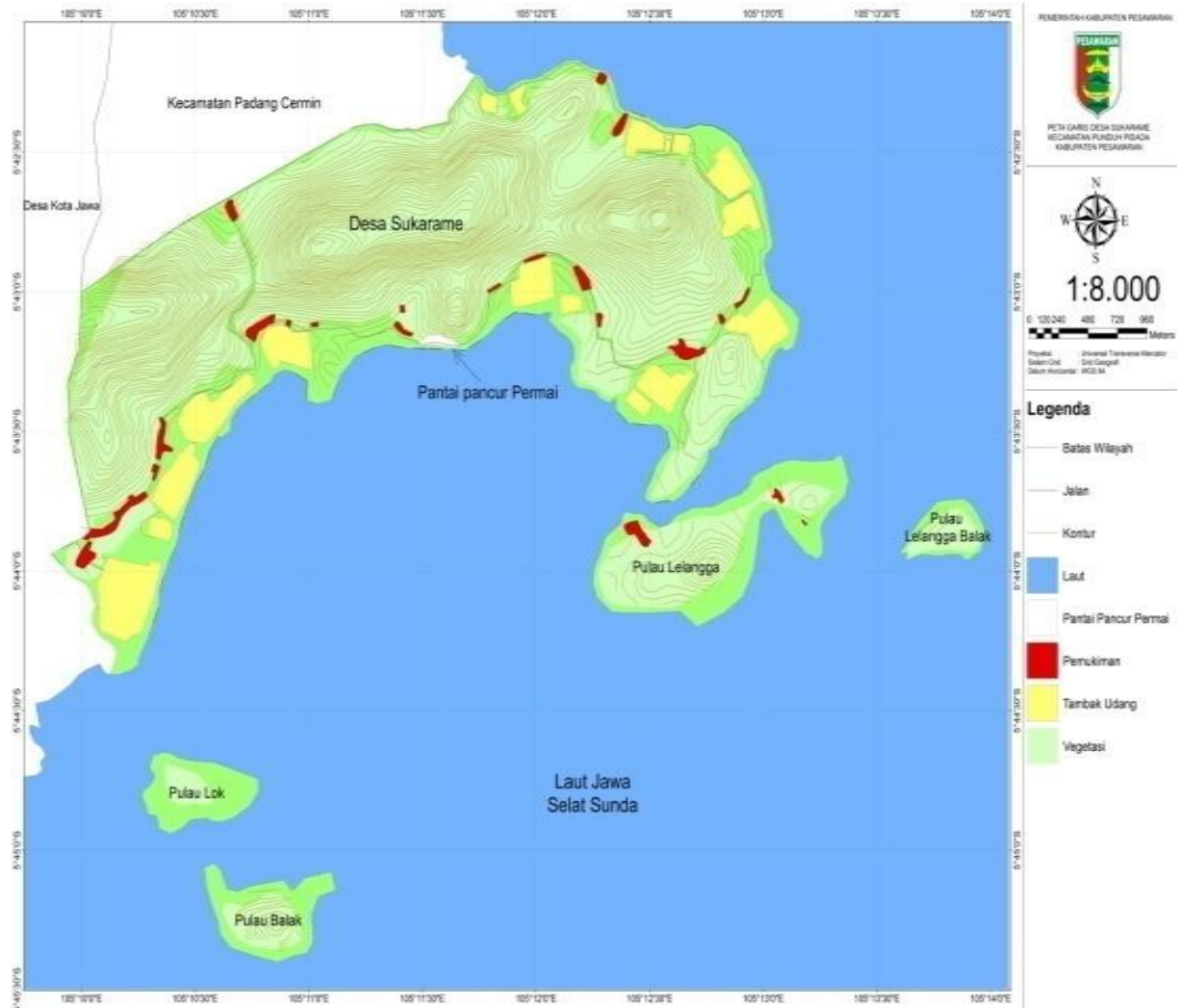
C. Cara Kerja

1. Observasi Lapangan

Observasi ini dilakukan untuk mengetahui keadaan awal tentang kondisi lapangan. Observasi ini dilakukan untuk mengamati secara langsung dan untuk menentukan letak stasiun.

2. Penentuan Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Purposive Sampling*. sampel penelitian dibagi atas 4 stasiun. Pemilihan stasiun ini berdasarkan keadaan lingkungan perairan, yaitu berdasarkan pada jenis substratnya. Stasiun 1 berada di hulu, stasiun 2 di tengah, stasiun 3 di dekat stasiun 2, dan stasiun 4 berada di daerah hilir.



Gambar 1. Denah Lokasi Pengambilan Sampel

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan adalah metode transek garis. Transek garis merupakan suatu pengambilan garis dengan cara memotong ke arah yang bersebrangan dengan batas komunitas tertentu (Fachrul, 2007). Transek garis ditentukan secara sengaja dengan arah tegak lurus terhadap garis pantai yang terdiri atas 3 plot pencuplikan. Setiap titik pencuplikan dibuat bivalviaka kuadran berukuran 1 x 1 m². Total daerah pencuplikan sebanyak 12 titik pencuplikan.

Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada saat air laut surut yaitu pukul 08.00 hingga 12.00 WIB. Sampel bivalvia yang telah didapat kemudian dibersihkan dan difiksasi dengan menggunakan formalin 4%. Setelah itu, sampel bivalvia dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label. Sampel yang telah diberi label, kemudian disimpan dalam *coolbox*. Selanjutnya, dibawa ke laboratorium untuk proses identifikasi. Proses identifikasi ini meliputi pencucian (*rinsing*) dan preservasi

menggunakan etanol 70%. Identifikasi ini didasarkan atas morfologinya, warna dan corak cangkang, ukuran meliputi panjang dan lebar cangkang, serta ciri khusus yang dimiliki bivalvia tersebut. Pengukuran faktor lingkungan dilakukan dengan mengukur parameter fisika-kimia, meliputi suhu, kedalaman dan pH.

4. Identifikasi Bivalvia

Proses identifikasi dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Identifikasi dilakukan sampai pada tingkat famili dengan mengacu pada buku *FAO The Living Marine Resources of Western Central Pacific Volume 1⁵* dan buku Siput dan Bivalvia Indonesia (*Indonesia Shells*)³.

5. Analisis Data

Kelimpahan spesies

Kelimpahan spesies adalah kepadatan dari jumlah spesies yang ada. Spesies dikatakan melimpah apabila ditemukan dalam jumlah yang sangat banyak dibandingkan dengan individu spesies yang lain (Silulu, 2013). Kelimpahan spesies dapat dihitung dengan:

$$D = \frac{N_i}{A}$$

Keterangan :

D = Kepadatan moluska (Ind/m²)

N_i = jumlah individu spesies moluska

A = Luat area yang terukur dengan kuadran (m²) (Chitra, 2013).

Keanekaragaman

Indeks keragaman adalah kelimpahan spesies dalam suatu komunitas yang

seimbang. Indeks ini berdasarkan kaidah yang dikemukakan oleh Shannon-Wiener untuk mengetahui keanekaragaman jenis biota perairan (Seto, 2014). Indeks keanekaragaman jenis dihitung dengan formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

(Fajri, 2013)

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman

P_i = n_i/N

n_i = jumlah individu spesies ke-i

N = jumlah individu total

s = jumlah jenis

Kriteria indeks keanekaragaman menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut:

Nilai H' < 1 : keanekaragaman rendah

Nilai 1 < H' < 3 : keanekaragaman sedang.

Nilai H' > 3 : keanekaragaman tinggi.

Indeks Dominansi

Indeks Dominansi digunakan untuk mengetahui ada tidaknya spesies yang dominan pada komunitas, digunakan indeks dominansi Simpson dengan

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

C = indeks dominansi Simpson

n_i = jumlah individu spesies ke -i

N = jumlah individu semua spesies.

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1.

00.0 < C ≤ 0.30 : Rendah

0.30 < C ≤ 0.60 : Sedang

0.60 < C ≤ 1.00 : Tinggi (Akhrianti, 2014)



Gambar 2. Letak Pengambilan sampel pada stasiun 1



Gambar 3. Letak Pengambilan sampel pada stasiun 2



Gambar 4. Letak Pengambilan sampel pada stasiun 3



Gambar 5. Letak Pengambilan sampel pada stasiun 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan hasil identifikasi bivalvia yang ditemukan di Pantai Pancur Punduh Pidada Pesawaran bahwa terdapat 38 individu dari 4 Famili.

Tabel 1. Hasil identifikasi bivalvia pada 4 stasiun

No	Famili	Stasiun				Jumlah Individu
		1	2	3	4	
1	Arcidae	12	7	4	-	23
2	Cardidae	1	1	3	1	6
3	Mactridae	-	1	-	1	2
4	Veneridae	-	-	-	7	7
						38

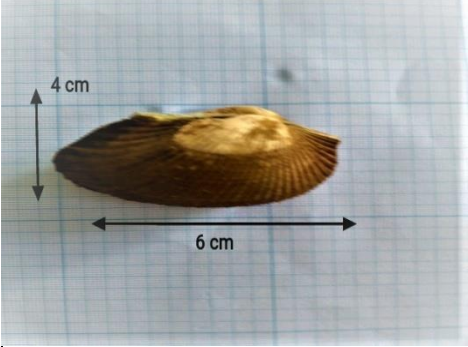

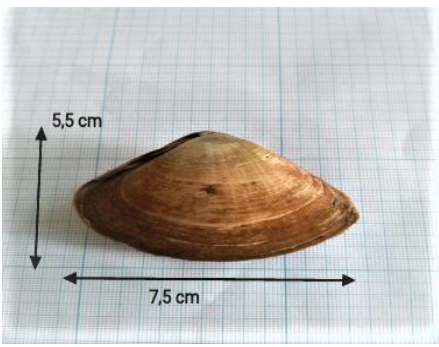
Tabel 2. Hasil pengukuran faktor lingkungan pada 4 stasiun

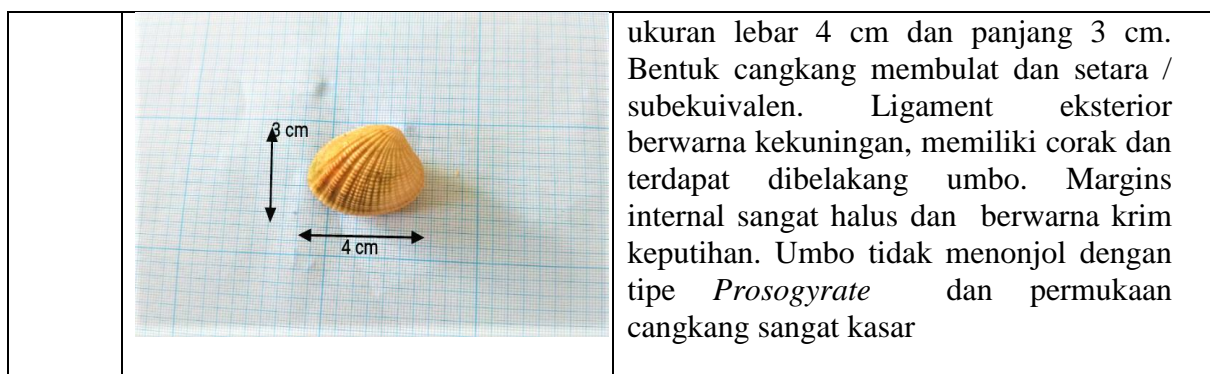
Parameter	Stasiun				Baku Mutu*
	I	II	III	IV	
Suhu (°C)	30	30	32	32	28-32
pH	7	7	7	7	6.5-8.5
Kedalaman (cm)	12	25	32	12	-

Tabel 3. Hasil analisis data pada 4 stasiun

Famili	Nama Spesies	Stasiun	Kelimpahan	Keanekaragaman	Indeks Dominansi
Arcidae	Arcidae 1	1	5	0.36	0.15
	Arcidae 2		3	0.33	0.05
	Arcidae 3		4	0.36	0.09
Cardidae	Cardidae sp		1	0.19	0.01
Arcidae	Arcidae sp		7	0.19	0.60
Cardidae	Cardidae sp	2	1	0.24	0.01
Mactridae	Mactridae sp		1	0.24	0.01
Arcidae	Arcidae sp	3	4	0.31	0.32
Cardidae	Cardidae sp1		2	0.35	0.08
	Cardidae sp2		1	0.27	0.02
Cardidae	Cardidae sp1	4	1	0.24	0.01
Mactridae	Mactridae sp		1	0.01	0.01
Veneridae	Veneridae sp1		4	0.36	0.19
	Veneridae sp2		3	0.36	0.11

Tabel 4. Hasil identifikasi pada 4 stasiun

No	Famili	Deskripsi
1.	Arcidae 	Famili Arcidae memiliki cangkang berukuran sangat berat. Cangkang memiliki ukuran lebar 6 cm dan panjang 4 cm. Cangkang lebih panjang daripada tingginya, dengan umbo menonjol dan berbentuk huruf v. Bentuk cangkang membulat, dan mantelnya sangat tipis dan lebar terdapat pada bawah cangkang. Permukaan cangkang sangat kasar. Terdapat 40 rib radial rusuk. Lapisan priostrakum tebal dan terdapat modifikasi rambut. Ligament eksternal berwarna hitam, sedangkan anterior berwarna putih.
2.	Cardidae 	Famili Cardidae memiliki cangkang berukuran sangat berat. Cangkang berbentuk ekuivalen, dan cangkang berbentuk sebuah hati bila dilihat dari samping. Cangkang memiliki ukuran lebar 3.5 cm dan panjang 4 cm. Lapisan priostrakum sangat lemah dan tidak mencolok. Ligament eksternal sangat pendek melengkung hingga ke belakang umbo. Umbo menonjol.
3.	Mactridae 	Mactridae memiliki Cangkang ekuivalen, berbentuk bulat telur, dan sangat tipis. Cangkang memiliki lebar 7.5 cm dan panjang 5.5 cm. Ligament eksterior berwarna kecoklatan dan anterior berwarna putih. Ligament eksternal pendek dan tidak menonjol. Permukaan cangkang sangat halus dan lapisan priostrakumnya sangat licin dan tajam. Umbo menonjol mengembang kemudian membulat
4.	Veneridae	Famili Veneridae memiliki cangkang berukuran sangat berat dan cangkang sangat tertutup rapat. Cangkang memiliki



PEMBAHASAN

Nilai kelimpahan spesies bivalvia pada stasiun 1 yaitu 13. Stasiun 2 memiliki nilai kelimpahan spesies 9, stasiun 3 memiliki kelimpahan spesies 7, dan stasiun 4 memiliki kelimpahan spesies yaitu 9.

Hasil Indeks Sahnnon Wiener menunjukkan keanekaragaman yang rendah. Stasiun 1 dan 2 memiliki nilai keragaman yang berbeda jauh dari stasiun lainnya. Pada stasiun 1 dan 2 lebih banyak ditemukan bivalvia Famili Arcidae. Stasiun 1 memiliki nilai keragaman 1.3. Stasiun 2 memiliki 0.67,

Stasiun 3 memiliki nilai 0.09, dan stasiun 4 adalah 1,2. Stasiun 3 dan 4 memiliki nilai yang lebih kecil, karena tidak ditemukan bivalvia dalam jumlah banyak, dan hanya beberapa individu yang bisa menempati habitat tersebut. Aktivitas masyarakat dapat mengganggu kehidupan ada individu yang mendominasi pada wilayah tersebut. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara insitu, bersamaan dengan waktu pengambilan bivalvia. Pada tabel 3 terlihat bahwa suhu lingkungan pada masing-masing stasiun rata-rata 30 – 32 °C. Suhu merupakan faktor penting bagi organisme. Perubahan suhu bisa menyebabkan perbedaan komposisi dan kelimpahan bivalvia. Hasil pengukuran suhu mengalami perubahan yang signifikan, hal ini disebabkan pada saat pengukuran stasiun 3 dan 4 dilakukan terakhir, sehingga intensitas cahaya matahari yang diterima

bivalvia seperti pengambilan bivalvia secara asal untuk dikoleksi dan dijadikan hiasan.

Famili Arcidae dan Veneridae paling banyak ditemukan pada stasiun 1 dan 4. Hal ini maka dapat dinilai sebagai keanekaragaman yang rendah karena suatu komunitas ditemukan banyak jenisnya tetapi penyebaran yang tidak merata.

Nilai indeks dominansi bivalvia pada semua stasiun berkisar antara 0.30 – 0.68. Nilai indeks dominansi pada stasiun 1 dan stasiun 2 berbeda dengan nilai indeks dominansi yang terdapat pada stasiun 3 dan 4. Nilai indeks dominansi tertinggi menunjukkan konsentrasi dominansi yang tinggi (terdapat individu yang mendominasi wilayah tersebut). Pada stasiun 1 dan 2 lebih di dominasi Famili Arcidae. Sedangkan pada stasiun 3 dan 4 sangat rendah karena tidak sedikit lebih besar dibandingkan dengan stasiun 1 dan 2.

Suhu merupakan faktor penting bagi organisme. Perubahan suhu bisa menyebabkan perbedaan komposisi dan kelimpahan bivalvia. (Riatningsih,2009). Suhu yang baik untuk kehidupan bivalvia berkisar antara 28 – 32 °C (Kisman,2016). Jika suhu diatas optimum, maka tidak cocok untuk kehidupan bivalvia. Perubahan suhu ini akan menyebabkan menurunnya laju pertumbuhan dan produksi suatu organisme.

Nilai pH yang baik untuk kehidupan biota laut berkisar antara 6.0 – 8.5.

Rendahnya pH pada perairan dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu aktivitas fotosintesis laut, kelangsungan hidup mikroorganisme karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi. Hasil pengukuran pH menunjukkan batas terancam untuk kehidupan biota laut dilihat dari nilai pH yang diperoleh salinitas, dan suhu. pH yang terlalu asam atau basa dapat membahayakan kelangsungan hidup mikroorganisme karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi. Hasil pengukuran pH menunjukkan batas terancam untuk kehidupan biota laut dilihat dari nilai pH yang diperoleh.

Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman dapat diperoleh bahwa mencapai 12- 35. Hasil pengukuran kedalaman pada 4 stasiun sangat berbeda. Stasiun 1 memiliki kedalaman yang rendah, karena pada stasiun ini wilayah pantainya landai, berarus deras dan berada pada daerah pasang surut. Sehingga menyebabkan daerah dangkal. Stasiun 2 dan 3 memiliki kedalaman yang besar, sehingga intensitas cahaya yang masuk sangat sedikit. Rendahnya intensitas cahaya yang masuk kedalam air akan sangat berpengaruh untuk kehidupan biota laut. Bivalvia lebih suka dengan perairan yang dangkal kurang lebih dari 2 meter (Yusran,2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan di pantai Pancur Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran menyatakan bahwa bivalvia memiliki nilai keanekaragaman dan kepadatan yang rendah. Bivalvia sangat penting bagi kestabilan ekosistem terutama dalam dekomposisi suatu organisme yang telah mati. Oleh karena itu perlu dilakukan pelestarian lingkungan.

REFERENSI

- Alpharesy Agam M, Zuzy Anna , Ayi Yustiati. 2012. Analisis Pendapatan Nelayan Pesisir. *Jurnal perikanan dan Kelautan Vol 3 No 1.1*.
- Amin Bintal, et al.2012. Kandungan Bahan Organik Sedimen dan Kelimpahan Mikrozoobenthos Sebagai Indikator Pencemaran Perairan Pantai Tanjung Uban Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan: Universitas Riau*.1.
- Akhrianti Irma, Dietrich G Bengen, Isdrajad Setyobudiandi. 2014. *Distribusi Spasial dan preferensi habitat bivalvia di sepanjang perairan kecamatan simpang pasak kabupaten belitung timur*. Jurnal kelautan tropis, Vol 6 No 1.175-176.
- Carpenter, Kent E.FAO.1998. The Living Marine Resources of Western Central Pacific Volume 1. FAO Species Identification Guide for Fishery Purpose. USA: Department of Biological Sciences Old Dominion University Norfolk, Virginia ISSN:1020-4547
- Fachrul Ferianita Melati. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Jakarta : Bumi Aksara. Hlm 14.
- Fajri Nurul. 2013. *Struktur Komunitas Makrozoobenthos di perairan pantai kuwang wae kabupaten Lombok timur*. Jurnal education vol 8 No 2.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004.
- Kisman Dahri Mohammad, Achmad Ramadhan, Muchlis Djirimu.2016. *Jenis Jenis dan Keanekaragaman Bivalvia di Perairan Laut Pulau Mauti Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Biologi*. Vol 4(1).5.

- Octaviana Chitra, et al. *Struktur komunitas tiram di perairan estuaria kuala gigieng kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh*. No 3.110.
- Riniatsih Ita, Edi Wibowo Kustohartono. 2009. Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi Sebagai Penentu Keberadaan Gastropoda dan Bivalvia di Pantai Sluke Kabupaten Rembang. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol 14(1). 52.
- Seto Sarwo Drajad, Djumanto, Namastra Probosunu. 2014. *Kondisi Terumbu Karang di Kawasan Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu DKI Jakarta*. Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Vol. 19 (1).3.
- Silulu F Pieter, Farnis B Boneka, Gustaf F. Mamangkey. *Biodiversitas Bivalvia Oyster (Mollusca, Bivalvia) di Derah Intertidal Halmahera Barat, Maluku Utara*. *Jurnal Ilmiah Platax*. Vol 1-2. 68.
- Susetya Enggar Ipanna, Pindi Patana, Desrita. 2017. Identifikasi jenis-jenis Bivalvia di Perairan Tanjung Balai, Provinsi Sumatera Utara. Medan: Universitas Sumatera Utara . Vol 4 (1). 1.

Keragaman Belalang-Belalangan (Ordo Orthoptera) di Taman Nasional Gunung Merapi dan Kawasan Penyangganya

Erniwati¹ dan Sih Kahono²

^{1,2}Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Raya Jakarta – Bogor km. 46 CSC Cibinong, Bogor 16911

Email: ernirnwt@gmail.com

ABSTRACT

The grasshoppers group consists of leaf grasshoppers, wood grasshoppers, branch grasshoppers, praying mantis, cockroaches, dwarfs, and crickets. Most of the members are herbivores, the others are insectivores and spearheads. Grasshoppers occupy wild ecosystems such as forests, grass, and other wild environments, as well as agricultural and plantation environments. There are not many studies on diversity and its role in various types of environment, so this research was conducted in the Mount Merapi National Park and its buffer zone. The study was conducted by specimen collection method in five types of environment and direct observation of the frequency of income, eating behavior, and type of food. Observations were made during the day and night. As many as 48 species were found, 39 species (81.25%) were cultivated, 6 (12,5%) insectivores, and 3 (6.25%) successors, respectively. Diversity in a row in the Lowland vegetation Buffer region 28 species (58.33%), Highland vegetation 27 species (56.25%), Forest vegetation 17 species (35.42%), Other 10 species (20.83%), and paddyfield 7 species (14.58%). From the study of vertical distribution, it is shown that herbivorous species dominate the lowlands, while the overhauling species dominate the highlands, and insectivorous species are evenly distributed in both regions. The grasshopper species that have annual outbreaks and the *Valanga nigricornis* species potentially become local buffer zone culinary.

Keywords: grasshoppers, role, Merapi National Park, buffer zone, vertical distribution

PENDAHULUAN

Belalang-belalangan (Orthoptera) adalah serangga yang hidup di alam yang bersifat sebagai herbivora, insektivora, perombak material organik, dan pemindah penyakit. Orthoptera (belalang kayu, belalang pedang, jangkrik, dan orong orong) ada 20.000 spesies yang tersebar di seluruh dunia (Willemse, 2001). Phasmatodea (belalang ranting) telah teridentifikasi 373 spesies dari Kalimantan (Seow-Choen, 2017) dan 170 spesies dari Sumatra (Seow-Choen, 2018). Mantodea (belalang sembah) terdapat 2500 spesies yang tersebar di tropical dan subtropikal di dunia (Klass, dan Meier, 2006)

Beberapa kelompok belalang diberi nama berdasarkan tempatnya berkamoflase, bentuk tubuh, ukuran, dan perilakunya.

Belalang ranting seperti ranting (Phasmatodea) dan belalang kayu seperti kayu (*Valanga* spp.). Belalang *Phyllium* spp. berkamoflase dengan tempat hidupnya pada daun jambu biji. Belalang sembah (Mantidae) memiliki gerakan sepasang kaki depannya menyembah. Belalang kembara (*Locusta migratoria*) melakukan migrasi atau mengembara ke lokasi yang banyak tanaman pakannya.

Walaupun belalang-belalangan pada umumnya sebagai polifag, namun biasanya memiliki preferensi lebih pada lingkungan yang banyak spesies pakan yang disukainya. Belalang pemakan daun dapat dikelompokkan berdasarkan jenis pakannya. Belalang *Oxya* spp. memakan daun tumbuhan monokotil dan *Paneroptera* spp.

memakan tumbuhan dikotil (Strong and Southwood, 1984).

Belalang-belalangan tinggal pada tipe habitat tertentu, antara lain di dalam tanah dan bagian dari tumbuhan hidup dan mati (akar, batang, daun, buah, dan bunga). Belalang *Oxya* spp. hidup pada tumbuhan suku Graminae, belalang suku Tetrigidae hidup pada bebatuan, tanah, dan kayu kering di pinggir sungai, kecoa raksasa

atau kecoa monster *Microblatta baai* Grancolas & Deharveng 2007. Spesies ini berasal dari Kalimantan Timur. Ditemukan oleh peneliti asing dan peneliti LIPI di dalam gua Ambulabung, jangkrik raksasa (*Sia ferox*) tinggal di kanopi dan batang pepohonan hutan, jangkrik (*Gryllus* spp.) hidup di pematang dan sawah yang kering, dan gangsir (*Brachytrupes gideon*) menggali tanah di kebun sekitar rumah (Kalshoven, 1981; Erniwati, 2009). Belalang sembah (*Hymenopus coronatus*) hidupnya pada bunga anggrek yang sedang mekar (O'hanlon, et. all., 2013).

Huis (2013) telah mencatat spesies serangga, termasuk belalang yang digunakan sebagai bahan makanan. Masyarakat tradisional di benua Asia, Afrika, dan Amerika telah memanfaatkan belalang untuk makanan sehari-hari (Illgner and Nel, 2005; Costa-Neto, 2014; Yen, 2015). Di Indonesia, praktek memanfaatkan belalang sebagai bahan pangan sudah dilaporkan di Kalimantan (Chung, 2010), di Jawa (Lukiwati, 2010), dan di Papua (Ramandey and Mstrig, 2010). Pada laporan tersebut FAO memberikan fakta bahwa penggunaan serangga sangat berpotensi sebagai bahan pangan yang baik untuk kesehatan, ramah lingkungan dan berpotensi sebagai sumber ekonomi (Huis et al., 2013).

Spesies belalang *Locusta migratoria* mengalami *Outbreak* di daerah NTT dan Lampung terutama pada saat musim kemarau panjang (Kalshoven, 1981), yang menyebabkan gagal panen.

Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM) merupakan kawasan konservasi daratan tinggi yang keragaman tumbuhan hutannya relatif rendah dengan dominasi tanaman pinus dan tumbuhan bawah yang kurang bervariasi (Sambas dkk., 2018 unpublsh). Kawasan penyangganya berupa pemukiman padat penduduk yang biasanya berupa perumahan, sawah, dan lingkungan liar. Secara logika ilmiah, dengan kekayaan lingkungan yang rendah menyebabkan kekayaan spesies belalang-belalangan juga rendah. Kawasan ini juga sering mendapatkan gangguan dari erupsi gunung Merapi yang dapat menyebabkan banyak kematian flora dan fauna termasuk

belalang dan tumbuhan inagnya. Belum ada publikasi tentang keragaman belalang-belalangan di daerah TNGM dan kawasan penyangganya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan belalang-belalangan di TNGM dan kawasan penyangganya, serta mengkaji peran spesies belalang-belalangan pada setiap tipe lingkungan yang dipilih. Dilakukan kajian tentang spesies belalang yang telah menjadi makanan kuliner khas Wonosari.

METODE

Lokasi dan Waktu Pengamatan

Penelitian ini dilakukan di TNGM dan daerah penyangganya yang termasuk dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan Jawa Tengah (Purworejo dan Kulon Progo) (Tabel 1). Survei awal dilakukan pada tahun 2017 untuk mendapatkan informasi tentang lokasi pengambilan sampel dan yang dipakai untuk pengamatan perilaku belalang-belalangan di lapangan.

Penelitian dilanjutkan bulan April-Mei 2018. Koleksi sampel dan pengamatan perilaku dilakukan pada lima plot berdasarkan tipe lingkungan dan ketinggian di atas permukaan laut (dpl.), yaitu Hutan TNGM (H), lingkungan vegetasi Dataran

Tinggi (VDT), lingkungan vegetasi Dataran Rendah (VDR), lingkungan Persawahan (S), dan lingkungan Liar (LL). H dan VDT memiliki ketinggian di atas 700 meter dpl.

yang dikategorikan sebagai dataran tinggi. VDR, S, dan LL memiliki ketinggian di bawah 500 meter dpl. dikategorikan sebagai dataran rendah

Tabel 1. Titik Lokasi Penelitian Serangga Belalang

No.	Lokasi				Koordinat		Alt (m dpl)
	Kab.	Kec.	Desa	Dusun	E	S	
1	Kulon Progo	Girimulyo	Jatimulyo,	Sokomulyo,	110 0832,2	07 44 35,4	827
2	Kulon Progo	Girimulyo	Jatimulyo,	Sokomulyo,	110 07 46,4	07 45 05,9	716
3	Purworejo	Kaligesing	Donorejo	Gn. Kelir	110 06 50,1	07 45 35,1	769
4	Purworejo	Kaligesing	Tlogo Guo	Goa Seplawan	110 06 36,3	07 46 23,0	754
5	Purworejo	Kaligesing	Tlogo Guo	Goa Seplawan	110 06 50,23	07 45 35,2	725
6	Purworejo	Kaligesing	Donorejo		110 06 33,3	07 46 15,3	792
7	Purworejo	Kaligesing	Donorejo	watu pecah	110 06 39,6	07 46 15,3	772
8	Purworejo	Kaligesing	Donorejo	watu pecah	110 06 309,6	07 46 34,3	840
9	Kulon Progo	Kokap	Hargowilis	Sermo	110 06 59,4	07 50 09,8	271
10	Kulon Progo	Kokap	Sermo lor	blok 24	110 07 49,1	07 49 27,3	170
11	Sleman	Pakem	Purwobinangun	Turgo	110 25 17,8	07 35 26,9	957
12	Sleman	Pakem	Purwobinangun	Turgo	110 25 08,7	07 35 13,8	987
13	Biyolali	Selo	Lencong	Cangkal	110 26 56,7	07 30 03,8	1550

1. Cara Kerja

Pada setiap plot dicatat spesies belalang yang ditemukan dan dihitung jumlahnya, posisi geografis, aktivitas yang dilakukan, tingkat umur (dewasa atau muda), dan dicatat perilakunya. Terhadap individu belalang-belalangan yang sedang tidak melakukan aktivitas (diam) maka kriteria yang diberikan berdasarkan morfologi dan referensi.

Terhadap belalang yang tidak diketahui namanya, maka koleksi spesimen dilakukan. Koleksi spesimen tersebut dilakukan pada siang dan malam hari, menggunakan jaring serangga, botol plastik sesuai ukuran belalangnya untuk menyimpan sementara di lapangan, dan dengan tangan (*handling*).

Preparasi spesimen di lapangan: belalang dimatikan dalam botol pembunuh berisi cairan ethyl acetat, setelah belalang

mati dimasukkan ke dalam ethanol 70% selama 30 menit, kemudian sampel belalang dikeringkan dan dibungkus dengan kertas papilot, dan kemudian dijemur dibawah sinar matahari secara tidak langsung. Spesimen belalang berukuran besar disuntik abdomennya dengan alkohol 70%. Penyimpanan sementara spesimen di dalam kotak plastik bertutup rapat.

Penelitian terhadap spesies belalang yang menjadi masalah lokal di Wonosari dilakukan dengan pengamatan langsung di habitatnya serta melakukan wawancara dengan para pencari belalang, pengepul, dan penjual kuliner belalang di daerah tersebut.

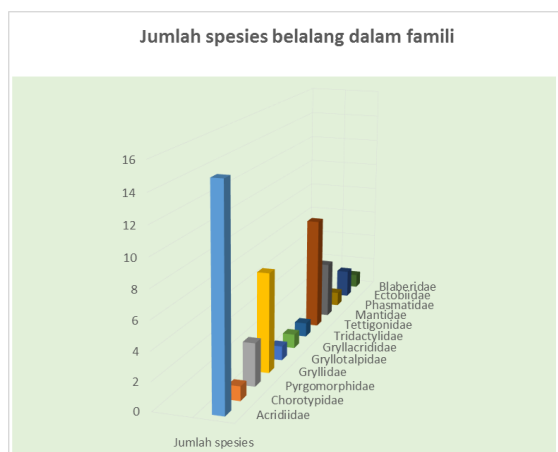
Perlakuan spesimen belalang berdasarkan standar pengelolaan specimen (Rosichon, 1999; Upton dan Mantle, 2010), dilakukan di Laboratorium Entomologi, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Identifikasi spesies menggunakan

spesimen ilmiah Bidang Zoologi dan berdasarkan referensi antara lain Ingrisch (1998) dan Rentz (1991).

Analisis data keragaman spesies dan kelimpahan belalang pada setiap plot pengamatan dilakukan dengan SPSS. Kelimpahan diukur berdasarkan jumlah individu dan dikelompokkan, jumlah individu yang dijumpai >10 (melimpah), 6-9 (sedang), 3-6 (sedikit), dan <3 (langka). Didiskusikan spesies belalang yang melakukan *outbreak* tahunan dan spesies *Valanga nigricornis* berpotensi sebagai kuliner khas daerah Wonosari.

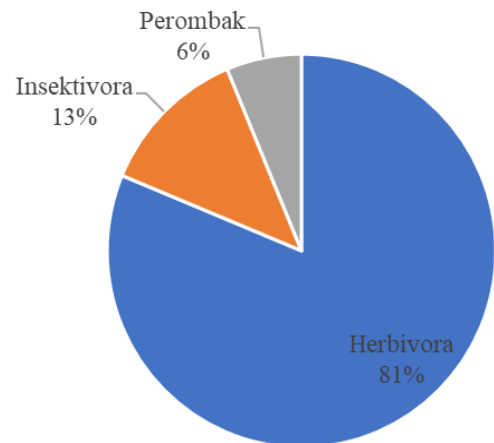
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ditemukan sebanyak 48 spesies belalang-belangan yang termasuk dalam 4 kelompok yaitu Orthoptera, Phasmantodea, Mantodea, dan Blattodea. Famili yang jumlah spesiesnya terbanyak adalah Acridiidae (16 spesies) yang diikuti oleh Tettigoniidae (8 spesies), Gryllidae (7 spesies), Mantidae (4 spesies), Pyrgomorphidae (3 spesies), Ectobiidae (2 spesies), dan famili Chorotypidae, Gryllotalpidae, Gryllacrididae, Tridactylidae, Phasmatidae, dan Blaberidae (masing-masing 1 spesies) (Gambar 1).



Gambar 1. Jumlah spesies dalam kelompok family

Dari 48 spesies yang ditemukan tersebut dapat digolongkan sesuai dengan fungsi atau peranannya di alam, mulai dengan fungsi yang keragamannya terbanyak adalah herbivora sebanyak 40 spesies (81%), kemudian diikuti insektivora 5 spesies (13%), dan perombak bahan organik 3 spesies (6%) (Gambar 2).



Gambar 2. Komposisi fungsi Orthoptera yang ditemukan di TN. Gunung Merapi

Walaupun kemampuan bereproduksi belalang-belangan relatif tinggi, memiliki beberapa generasi dalam setahun, dan musuh alamnya relatif rendah, namun keragaman dan kelimpahan belalang-belangan di setiap daerah yang diamati pada umumnya relatif rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh keterbatasan populasi sumber pakannya, pemakaian pestisida pada lahan pertanian, dan sering terjadinya bencana erupsi gunung Merapi.

Keragaman belalang-belangan yang tertinggi sampai terendah berturut-turut adalah VDR 28 spesies (58,33%), VDT 27 spesies (56,25%), H 17 spesies (35,42%), LL 10 spesies (20,83%), dan S 7 spesies (14,58%) (Tabel 2).

Spesies belalang-belangan yang distribusinya luas atau ada di dataran tinggi dan dataran rendah sebanyak 16 spesies (78 individu), spesies yang distribusinya hanya di dataran tinggi sebanyak 30 spesies (100 individu) dan di dataran rendah sebanyak 32 spesies (99 individu). Ditemukan 4 spesies belalang hanya ditemukan di daerah dataran

tinggi adalah *Aiolopus tamulus*, *Bibracte maculate*, dan *Coptactra foedata* pada ketinggian >500 m dpl.; dan *Chitaura lucida* pada ketinggian >1.000 m dpl (Tabel 3).

Spesies herbivora mendominasi kawasan dataran rendah, sebaliknya spesies

perombak mendominasi kawasan dataran tinggi, dan spesies insektivora merata di kedua kawasan tersebut. Spesies belalang yang ditemukan di dataran rendah dan dataran tinggi adalah *Trilophidia annulate* dan *Valanga nigricornis*.

Tabel 2. Indeks Keragaman Belalang di Lima Tipe Habitat

INDEKS	TOTAL	H 35,42%	PDT 56,25%	PDR 58,33%	S 14,58%	LL 20,83%
Taxa_S	48	17	27	28	7	10
Individuals	194	41	59	72	12	15
Dominance_D	0,02832	0,1005	0,04625	0,0529	0,1806	0,12
Simpson_1-D	0,9717	0,8995	0,9537	0,9471	0,8194	0,88
Shannon_H	3,708	2,572	3,179	3,123	1,82	2,211
Evenness_e^H/S	0,8491	0,7698	0,8895	0,8116	0,8818	0,9125

Sebagaimana diketahui belalang dikenal sebagai hama tanaman, yang merusak tanaman mulai dari pembibitan sampai tanaman yang sudah besar. Umumnya belalang pemakan tumbuhan disebut herbivora kecuali belalang dari kelompok/bangsa Blatodea sebagai perombak dan Mantodea adalah sebagai predator atau pemangsa. Selain itu beberapa spesies dari famili Gryllidae juga ada yang predator diantaranya marga *Metioche* spp. (Rentz, 1991; Kalshoven, 1981). *Metioche vittaticollis* ditemukan di daerah persawahan, jangkrik kecil ini adalah predator dari hama-hama tanaman padi. Beberapa spesies jangkrik hidup di daerah dataran rendah ketinggian kurang dari 500 m dpl (Willemse, 2001).

Belalang yang aktif pada malam hari adalah famili Acrididae diantaranya *Erianthus versicolor*, dan *Acauloplacella hasenpuschae*. Spesies dari famili Gryllidae, Gryllacrididae, Gryllotalpidae. Mantodea dan Phasmatodea semuanya aktif pada malam hari. Belalang-belalangan yang memiliki pejantan yang bersuara keras sebagai penanda teritorial dan panggilan seks antara lain jangkrik, gangsir, belalang daun, dan orong-orong memiliki pejantan bersuara keras (Kalshoven, 1981).

Jangkrik dari marga *Gryllus* spp. sudah banyak dternakan orang untuk pakan burung dan suaranya dipercaya dapat untuk mengusir tikus rumah.

Nama lokal dari walang dami (*Oxya* spp.) karena habitatnya di persawahan bekas panen padi (Jawa: dami), jagung, dan palawija lainnya. Setelah tanaman di sawah dipanen, kemudian

belalang meninggalkan habitat asalnya menuju ke kebun-kebun di sekitarnya, sehingga populasi belalang meningkat saat pasca panen padi tersebut. Spesies belalang ini biasa dimakan juga pada saat sebagai belalang alternatif setelah populasi belalang kayu menurun.

Kelompok suku Gryllidae yang juga hidup di sawah ditemukan dipersawahan adalah *Metioche vittaticollis* sebagai predator hama padi (Karindah, et. all., 2011)

Belalang sembah yang termasuk bangsa Mantodea semua spesiesnya predator. Telah ditemukan empat spesies (*Amantis* sp., *Amantis reticulate*, *Statilia maculata* dan *Hierodula vitrea*). Serangga ini memangsa serangga lain, kadang kadang memangsa jantan dari jenisnya sendiri, setelah kopulasi (Barry, et. all., 2008). Populasinya di alam kecil, karena musuh alaminya banyak seperti burung, mamalia kecil (kukang). Belalang sembah pergerakannya sangat lamban, tidak

bisa terbang jauh, tetapi punya pertahanan dengan mimikri menyesuaikan bentuk dan warna tubuh dengan latarbelakang habitatnya (Edmunds, *et. al.*, 1999). Umumnya yang hijau menyerupai daun (*Hierodula* spp), ada yang

coklat menyerupai daun kering (*Deroplatys* sp) dan ada yang menyerupai bunga. Belalang sembah ditemukan di vegetasi dataran tinggi dan vegetasi dataran rendah.

Tabel 3. Sebaran spesies belalang belalangan dan tipe lingkungnya

No.	Ordo/Famili/Spesies	Tipe lingkungan				
		VH	VDT	VDR	S	LL
ORTHOPTERA						
Acridiidae						
1	<i>Aiolopus tamulus</i>				+	
2	<i>Acrida turita</i>		+	+		
3	<i>Bibracte maculata</i>	+				
4	<i>Caryanda spuria</i>	+	+			
5	<i>Catantops humilis</i>			+		+
6	<i>Catantops ferruginea</i>		+			
7	<i>Chitaura lucida</i>				+	
8	<i>Coptactra foedata</i>	+				
9	<i>Gastrimargus marmoratus</i>			+		+
10	<i>Heteropternis respondens</i>	+	+		+	
11	<i>Oxya japonica</i>				+	
12	<i>Phlaeoba antennata</i>		+	+	+	
13	<i>Phlaeoba rustica</i>			+		+
14	<i>Phlaeoba unicolor</i>			+		+
15	<i>Quilta mitrata</i>				+	
16	<i>Trilophidia annulata</i>			+		+
17	<i>Valanga nigricornis</i>			+		+
Chorotypidae						
18	<i>Erianthus versicolor</i>	+	+	+		
Pyrgomorphidae						
19	<i>Atractomorpha crenulata</i>			+		
20	<i>Atractomorpha psittacina</i>			+		+
21	<i>Tagasta marginella</i>		+	+		+
Gryllidae						
22	<i>Duolandrevus sp.</i>		+		+	
23	<i>Metioche vittaticollis Stal</i>		+	+		
24	<i>Euscyrtus hemelitrus</i>			+		
25	<i>Gryllus mitratus</i>		+			
26	<i>Loxoblemus parabolicus</i>			+		
27	<i>Paratrigonidium fasciatum</i>			+		
28	<i>Pteronemobius traprobanensis</i>			+		
29	<i>Paratrigodium fuscucinctum</i>		+			

	Gryllotalpidae			
30	<i>Gryllotalpa africana</i>		+	+
	Gryllacrididae			
31	<i>Gryllacris sp</i>		+	
	Tridactylidae			
32	<i>Tridactylus sp</i>	+	+	
	Tettigonidae			
33	<i>Acauloplacella hasenpuschae</i>		+	
34	<i>Conocephalus saltator</i>	+	+	
35	<i>Conocephalus maculatus</i>	+	+	+
36	<i>Elimaea parumpunctata</i>		+	+
37	<i>Elimaea punctifera</i>			+
38	<i>Ducetia tymifolia</i>		+	
39	<i>Holochlora pygmaea</i>		+	+
40	<i>Mecapoda elongata</i>		+	
	MANTODEA			
	Mantidae			
41	<i>Amantis sp</i>		+	
42	<i>Amantis reticulata</i>		+	
43	<i>Statilia maculata</i>			+
44	<i>Hierodula vitrea</i>			+
	PHASMATODEA			
45	<i>Phobaeticus serratipes</i>	+	+	
	BLATTODEA			
	Ectobiidae			
46	<i>Phyllodromia anceps</i>	+	+	
47	<i>Pseudophyllodromia sp</i>	+		
	Blaberidae			
48	<i>Pycnocelus surinamensis</i>	+		

Keterangan: VH= vegetasi hutan Taman Nasional Gunung Merapi;
VDT=Vegetasi Dataran Tinggi; VDR=Vegetasi Dataran Rendah; S=Sawah;
LL=Lingkungan Liar.

Beberapa spesies diantaranya diperdagangkan karena bentuknya yang unik dan indah misalnya *Hymenopus coronatus*, *Deroplatys* spp., *Creobroter* spp., Walaupun beberapa orang telah memanfaatkan potensi *outbreak* belalang ini. Namun kenyataannya hingga saat ini belum cukup dan belum ada penelitian yang memberikan solusi pada permasalahan *outbreak* tersebut. *Outbreak* belalang *Locusta migratoria* di daerah NTT

dan Lampung saat musim kemarau panjang yang menyebabkan gagal panen terutama pada tanaman padi dan jagung (Kalshoven, 1981). Pemanfaatan belalang untuk makanan kuliner sebagai cara penekanan populasi secara fisik dan sosial. Padahal potensi keanekaragaman serangga di Indonesia cukup besar untuk dikembangkan sebagai makanan murah, mudah dan bernutrisi tinggi.

Belalang kayu dapat ditemukan di mana mana di semak belukar, kebun, padang rumput, semak semak bawah pohon jati, terutama di daerah dataran rendah. Belalang

kayu stadia nimfa hidup berkelompok dan sangat rakus memakan daun yang muda, umumnya menyerang tanaman pembibitan.

Beberapa spesies belalang ditangkap dari alam dan dijual-belian untuk makanan kuliner yaitu belalang kayu *Valanga nigricornis* (Acridiidae). Masyarakat di daerah Sentolo, Gunung Kidul (Wonosari), dan Kulon Progo mengolahnya menjadi kripik belalang yang dijual di pinggir jalan dan di toko. Belalang ditangkap pada siang dan malam hari (ngobor). Belalang yang hinggap pada tumbuhan ditangkap dengan tangan atau dengan galah bambu yang ujungnya diberi kayu atau bambu kecil yang diolesi dengan getahangka lengket. Belalang yang terkumpul dijual ke pengumpul sebelum dijual ke penjual kuliner makanan belalang. Dari sisi pengendalian hama terpadu hama belalang, maka aktivitas kuliner belalang ini merupakan cara pengendalian fisik oleh manusia sehingga populasinya menurun. Pada saat yang sama penurunan populasinya memicu peningkatan spesies belalang yang tidak dimakan manusia yaitu belalang *Aularchres miliaris* yang dikenal juga sebagai belalang setan karena bentuknya yang kelihatan serem dan beracun. Oleh karena itu, spesies *A. miliaris* tidak ditangkap untuk dikonsumsi. Pada saat *A. miliaris* hidup bersimpatrik dengan *V. nigricornis*. Pada saat penurunan populasi *V. nigricornis* akibat terlalu banyak penangkapan, maka populasi belalang setan menjadi meningkat. Bahkan pada tahun 2017, belalang setan mengalami *outbreak*. Pada penelitian tahun 2018 ini populasi *A. miliaris* tidak tinggi lagi.

KESIMPULAN

Belalang-belalangan yang ditemukan sebanyak 48 spesies terdiri atas 4 ordo, yang termasuk dalam 12 famili. Keragaman spesies paling tinggi terdapat pada vegetasi dataran rendah. Fungsi belalang-belalangan terutama sebagai herbivora beberapa sebagai perusak Ingrisch, S., 1998. A review of Elimaecini of Western Indonesia, Malay Peninsula and

tanaman budidaya yang merugikan. Keragaman belalang-belalangan predator relative rendah. Potensi belalang *outbreak* memberi manfaat bagi masyarakat lokal.

REFRENSI

- Barry, K.L., Holwell, G.I. and Herberstein, M.E., Female praying mantids use sexual cannibalism as a foraging strategy to increase fecundity. *Behav. Ecol.* 19, 710-715 (2008).
- Costa-Neto, E.M. 2014. Anthropo-entomophagy in Latin America: an overview of the importance of edible insects to local communities. *Journal of Insect as Food and Feed* Vol 1, pp. 17-23.
- Chung, Arthur Y.C. 2010. Edible insects and entomophagy in Borneo. Dalam *Forest insects as food: humans bite back*. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development 19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand.
- Erniwati. 2009. Pola Aktivitas dan Keanekaragaman Belalang (Insecta: Orthoptera) di Taman Nasional Gunung Ciremai, Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia* 5 (3): 319-328.
- Grandcolas, P. & Deharveng, L. 2007. *Miroblatta baai*, a new very large cockroach species from caves of Borneo (Blattaria: Blaberidae). *Zootaxa* 1390: 21-25.
- Huis, Arnold van. 2013. Potential of Insect as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology* Vol 58, pp. 563-583. *Edible Insects: Future Prospects For Food And Feed Security*. FAO Forestry Paper 171.
- Illgner, P. dan Etienne, N. 2005 The Geography of Edible Insect in Sub-Saharan Africa: a study of the Mopane Caterpillar. *The Geographical Journal* Vol 166, Issue 4, pp. 336-351. Thailand (Ensifera, Tettigonidae, Phaneropterini).-Tijdschrift voor

- Entomologie 141;65-108
- Klass, K.D. and Meier, R., 2006. A phylogenetic analysis of Dictyoptera (Insecta) based on morphological characters. Ent. Abhandl. 63, 3-50
- Karindah, S., B. Yanuwidi And L.Sulistyowati. 2012. Biology and Predatory Behavior of *Metioche vittaticollis* (Stal) (Orthoptera: Gryllidae). J. Trop. Plant Prot. 1 (1): 1-9
- Kalshoven, L. G. E. 1981. Pest of Crops in Indonesia (revised and translated by PA van Der Laan). Pt. Ichtisar Baru Van Hoeve, Jakarta Indonesia.
- Lukiwati, D. R. 2010. Teak caterpillars and other edible insects in Java. Dalam *Forest insects as food: humans bite back*. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development 19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand.
- Mitsuhashi, J. 2017. Edible Insects of The World. CRC Press Taylor & Francis Group, 600 Broken Sound Parkway NW, Suit 300 Boca Raton. FL 33487-2742
- O'hanlon, J. C. D. Li, and Y. Norma-Rashid. 2013. Coloration and Morphology of the Orchid Mantis *Hymenopus coronatus* (Mantodea: Hymenopodidae). Journal of Orthoptera Research, 22(1) : 35-44
- Ramandey, E. and Henk van M. 2010. Edible insects in Papua, Indonesia: from delicious snack to basic need. Dalam *Forest insects as food: humans bite back*. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development 19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand
- Rentz, D. C. F., 1991. Orthoptera (Grasshoppers, Locust, Katydid, Crickets).- In Naumann, ID. (ed), *The Insects of Australia. A textbook for student and research workers, vol.I. 2nd edition*. CSIRO, Melbourne University Press Calton: 369-393.
- Rentz, D. C. F., 1996. Grasshopper country. The abundant orthopteroid insects of Australia. University of New South Wales Press, Sydney Australia
- Seow-Choen. 2018. A taxonomic guide to the stck insects of Sumatra, Volume I
- Strong, D. R., JH. & Southwood, TRE.1984. *Insect on Plant. Community Patterns and Mecanisms* Oxdord: Blackwell
- Ubaidillah, R. 1999. Pengelolaan koleksi serangga dan Artropoda lainnya. Dalam buku pegangan *Pengelolaan Koleksi Spesimen Zoologi*. Balitbang Zoologi, Puslitbang Biologi, LIPI.
- Upton, M. S. and Beth, L. M. 2010. *Methods For Collecting, Preserving And Studying Insects and Other Terrestrial Arthropods*. The Australian Entomological Society
- Yen, A. L. 2015. *Insects As Food And Feed In The Asia Pacific Region: Current Perspectives And Future Directions*. Journal of Insects as Food and Feed Vol 1, pp. 33-55.
- Willemse, L. P. M., 2001. *Fauna Malesiana Guide to The Pest Orthoptera of The Indo-Malayan Region*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands & The Fauna Malesiana Foundation.

Persepsi Mahasiswa tentang *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam Upaya Penerapan *Ecocampus*

Indry Cahyana¹, Elfis¹, Prima Wahyu Titisari^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Islam Riau. Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru 24284, Riau, Indonesia. Tel.: +62.761.674.674 Fax: +62.761.674.834

Email: pw.titisari@edu.uir.ac.id

ABSTRACT

Education for Sustainable Development is expected to empower students to take responsible decisions and actions in environmental integrity, economic viability and just society for the sake of present and future generations. As students and prospective teachers, it is important to understand and have a good perspective on sustainable concepts. This research was conducted with the aim to find out the perception of Biology education students of Riau Islamic University about Education for Sustainable Development / ESD. This research is a survey research with a quantitative approach. Data collection was carried out by distributing questionnaires and interviews with 80 respondents. The questionnaire was prepared by developing aspects contained in the concept of education for sustainable development, and each item used a five-point Likert scale. The sampling technique uses stratified random sampling and determination of the number of samples using the Slovin formula. The results showed that students' perceptions of socio-cultural aspects obtained a percentage of 85.07% (very good), environmental aspects 81.71% (very good) and economic aspects 82.62% (very good), based on these results of students' perceptions UIR biology education about Education for Sustainable Development / ESD has been very good with an average percentage of 83.13%. This can be seen from the behavior of students who have started to bring their own drinking bottles, some students also start using environmentally friendly straws, conducting environmental activities such as planting mangrove trees, the role of students in decision making in the campus environment, and so forth. The activity supports efforts in implementing the Ecocampus, which at the same time universities can also contribute to the achievement of sustainable development goals.

Keyword: students' perception, sustainable development, education for sustainable development, ecocampus.

PENDAHULUAN

Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Brundtland, 1987). Untuk menyebarluaskan konsep pembangunan berkelanjutan guna mencapai tujuan global nya di tahun 2030, pendidikan berperan sebagai medium terbaik dalam hal ini (Mahat dkk, 2014; Mwenda 2017). Melalui pendidikan, masyarakat umum dapat memahami tentang isu-isu pembangunan berkelanjutan untuk mencapai perubahan nilai, sikap, keterampilan dan perilaku (Listiwati, 2013; Mahat dan Idrus, 2016). Peran pendidikan dibutuhkan untuk

mencapai pembangunan berkelanjutan, namun tidak semua jenis pendidikan yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

Pendidikan yang hanya mempromosikan pertumbuhan ekonomi juga dapat menyebabkan peningkatan pola konsumsi yang tidak berkelanjutan. Oleh karena itu, dirancanglah pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) (UNESCO, 2017:16). Dengan adanya ESD diharapkan dapat memberdayakan peserta didik untuk mengambil keputusan dan tindakan bertanggung jawab untuk integritas lingkungan, kelayakan ekonomi dan masyarakat yang adil untuk generasi sekarang dan mendatang (UNESCO, 2017:16). *Education for Sustainable Development* (ESD) merupakan paradigma

pendidikan baru yang memungkinkan Universitas untuk memimpin dan menanggapi kebutuhan sosial menuju kehidupan yang lebih berkelanjutan (Sanchez, 2014). Menurut Corcoran dkk., (2002) perguruan tinggi sangat berperan dalam memberikan nilai dan keterampilan kepada mahasiswa untuk berkontribusi dalam memajukan pengetahuan dan sosial. Mengingat ESD merupakan program aksi global yang harus dilaksanakan oleh setiap negara yang menjadi anggota PBB, Indonesia sebagai salah satu anggota PBB yang aktif mempunyai komitmen untuk melaksanakan program tersebut.

Di Indonesia belum banyak yang mengimplementasikan ESD ke dalam kurikulum tingkat perguruan tinggi, namun sebenarnya secara tidak langsung konsep-konsep keberlanjutan itu sendiri telah didapat oleh mahasiswa melalui beberapa mata kuliah yang diajarkan seperti isu-isu dalam kehidupan nyata. Konsep pembelajaran yang seperti ini sebenarnya merupakan salah satu cara lembaga pendidikan untuk dapat berkontribusi dalam implementasi ESD. Menurut Corcoran dkk., (2002) perguruan tinggi sangat berperan dalam memberikan nilai dan keterampilan kepada mahasiswa untuk berkontribusi dalam memajukan pengetahuan dan sosial. Mahasiswa calon guru sebagai generasi muda diharapkan memiliki kesadaran untuk mengintegrasikan konsep keberlanjutan dalam dunia kerja dan dalam kehidupan sehari-hari sehingga tujuan pembangunan berkelanjutan dapat tercapai. Salah satu upaya untuk melihat apakah konsep ESD ini telah dikenal, dipahami dan diterapkan oleh mahasiswa di FKIP Biologi Universitas Islam Riau, yaitu dengan cara melihat persepsi mahasiswa secara umum tentang ESD. Penelitian ini menggambarkan sikap mahasiswa melalui kuesioner yang dikembangkan dalam 52 pernyataan yang berkaitan dengan implementasi aspek-aspek ESD secara umum.

METODE

Populasi dalam penelitian ini adalah 403 mahasiswa sarjana dari Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Islam Riau yang disajikan pada Tabel 1. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan *stratified random sampling*, yang mana sampel diambil secara bertingkat sesuai dengan tingkatan mahasiswa dari tingkat I sampai dengan mahasiswa tingkat IV yang diambil secara acak. Untuk menentukan jumlah sampel peneliti menggunakan rumus slovin, yaitu sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Dari rumus tersebut diperoleh 80 orang mahasiswa sebagai sampel dalam penelitian ini yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah populasi penelitian

NO	Tingkat	Jumlah
1	I	62
2	II	88
3	III	102
4	IV	155
Jumlah		407

Tabel 2. Jumlah sampel penelitian

NO	Tingkat	Jumlah
1	I	20
2	II	20
3	III	20
4	IV	20
Jumlah		80

Penelitian ini menggunakan satu kuesioner dengan 52 item, yang dikembangkan untuk mengumpulkan data dari mahasiswa Pendidikan Biologi untuk menjawab pernyataan yang berhubungan dengan persepsi atau sikap mahasiswa terhadap aspek-aspek ESD. Item dalam kuesioner penelitian menggunakan skala Likert lima poin dari 1 hingga 5 (1 = "sangat tidak setuju" hingga 5 = "sangat setuju"). Angket penelitian dikembangkan dari

beberapa penelitian sebelumnya (Sutanto,

Beberapa item diambil dari penelitian tersebut dan dimodifikasi sesuai dengan keadaan di UIR.

Sebelum angket di sebarakan kepada responden, terlebih dahulu yang dilakukan adalah melakukan uji coba terhadap angket penelitian. Uji coba ini dilakukan sebelum dilaksanakan penelitian sesungguhnya. Uji coba instrumen terdiri dari uji validitas dan uji reliabilitas.

Pengujian validitas tiap butir kuesioner dalam penelitian ini terdiri dari validitas konstrak (*construct validity*) dan validitas empiris. Untuk menguji validitas konstrak, dapat digunakan pendapat dari ahli (*judgment experts*) (Sugiyono, 2018:177). Sedangkan validitas empiris diperoleh berdasarkan pengalaman dengan cara diujikan. Untuk uji coba instrumen penelitian ini, peneliti menguji cobakan kepada 25% dari jumlah responden.

Metode yang digunakan untuk mengukur reliabilitas kuisioner dalam penelitian ini adalah dengan teknik *Alfa Cronbach* menggunakan program SPSS 21. Kuesioner dikatakan reliabel, jika nilai *Alfa Cronbach* lebih besar dari r tabel dengan taraf signifikansi 5%. Dari hasil uji coba, semua item yang valid (52 item) dinyatakan reliabel.

Untuk pengolohan data, sesuai dengan tujuan penelitian ini, penulis menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif, data angket yang disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi relatif. Menurut Sudijono (2011:42) frekuensi relatif adalah frekuensi disajikan bukan dalam frekuensi sebenarnya, melainkan frekuensi yang dituangkan dalam bentuk angka sebenarnya, analisis data seperti ini dipergunakan analisis frekuensi dengan rumus:

$$P\% = \frac{F}{N} \times 100$$

Keterangan:

P = besar presentase

2017; Alnaqbi dan Alshannag, 2017).

F = frekuensi

N = jumlah responden/ jumlah mahasiswa

Sumber: Sudijono (2011: 43).

Untuk menentukan sejauh mana persepsi mahasiswa tentang konsep ESD, maka angka persen yang telah didapat akan disesuaikan dengan nilai kriterium yang telah ditetapkan (Riduwan, 2016: 41).

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Skor

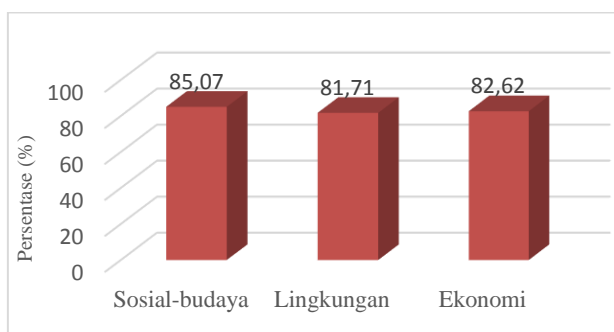
NO	Angka	Kategori
1.	0% - 20%	Tidak Baik
2.	21% - 40%	Kurang Baik
3.	41% - 60%	Cukup Baik
4.	61% - 80%	Baik
5.	81% - 100%	Sangat Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan, persepsi mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Islam Riau tentang *Education for Sustainable Development* (Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan) berada pada kategori sangat baik dengan persentase yaitu 83,13%. Hasil penelitian berfokus pada aspek-aspek pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan yang diturunkan dari indikator pembangunan berkelanjutan (aspek sosial budaya, lingkungan dan ekonomi). Adapun hasil yang diperoleh dari tiap aspek dalam pembangunan berkelanjutan disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 1.

Tabel 4. Hasil analisis tiap indikator

No	Indikator	Persentase (%)	Kategori
1	Sosial Budaya	85,07	Sangat baik
2	Lingkungan	81,71	Sangat baik
3	Ekonomi	82,62	Sangat baik
Jumlah		249,41	
Rata-rata (%)		83,13	
Kategori		Sangat Baik	



Gambar 1. Grafik hasil capaian persentase dari tiap indikator

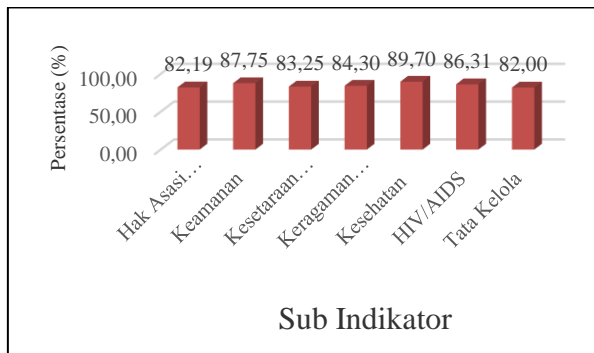
Berdasarkan tabel 4 dan gambar 1 menunjukkan bahwa perolehan persentase tertinggi terdapat pada indikator sosial-budaya dengan persentase 85,07%, selanjutnya indikator ekonomi dengan persentase sebesar 82,62% dan indikator lingkungan dengan persentase 81,72%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa persentase pada masing-masing aspek tidak terlalu jauh perbedaannya. Hal tersebut menunjukkan mahasiswa memiliki perspektif yang seimbang antara aspek-aspek dalam pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Zeegers dan Clark (2014) melalui analisis jurnal reflektif mahasiswa tentang ESD yang awalnya pandangan mahasiswa hanya berfokus pada aspek lingkungan, namun dari catatan akhir hasil jurnal reflektif tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa dapat mengembangkan persepektif yang lebih seimbang tentang keberlanjutan. Selanjutnya penelitian oleh Balciunaitiene (2017) juga menyatakan bahwa mahasiswa Vytautas Magnus University (VMU) mengakui pentingnya aspek sosial, lingkungan, ekologi, lintas budaya dan komunikatif yang dijadikan sebagai sub kompetensi integral dari kompetensi pembangunan berkelanjutan. Sedangkan dari hasil penelitian Pavlova (2012) menunjukkan bahwa mahasiswa *African Technology Education Academics*

menempatkan aspek sosial yang diprioritaskan untuk pembangunan berkelanjutan, dan pembangunan isu-isu sosial ini juga perlu memperhatikan tantangan dari aspek lingkungan.

Sedangkan dari hasil wawancara yang telah dilakukan, sebagian besar mahasiswa belum pernah mendengar istilah pembangunan berkelanjutan maupun pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan. Di Indonesia belum banyak yang mengimplementasikan ESD ke dalam kurikulum untuk tingkat perguruan tinggi pun di Universitas Islam Riau, sehingga berpengaruh kepada pengetahuan dan sikap mahasiswa. Mahasiswa tidak bisa menjelaskan definisi pembangunan berkelanjutan, namun melihat dari hasil angket yang disebar, tampaknya sikap mahasiswa sudah menunjukkan keterlibatan mereka dalam pengimplementasian pembangunan berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Sheikh dkk., (2012) menunjukkan bahwa mahasiswa tingkat awal program sarjana teknik tidak mengerti tentang pembangunan berkelanjutan dan mereka tidak pernah mendengar istilah tersebut sebelumnya, tetapi kebanyakan dari mereka menjelaskan pembangunan berkelanjutan melalui beberapa aspek kegiatan sehari-hari seperti jam bumi, daur ulang, teknologi ramah lingkungan, perubahan iklim dan sebagainya.

1. Aspek Sosial Budaya

Dalam indikator sosial budaya terdiri atas tujuh sub indikator yaitu Hak Asasi Manusia (HAM), keamanan, kesetaraan gender, keragaman budaya dan pemahaman lintas budaya, kesehatan, HIV/AIDS, dan tata kelola. Untuk mengetahui persepsi mahasiswa tentang ESD pada indikator sosial-budaya disajikan pada Gambar 2.



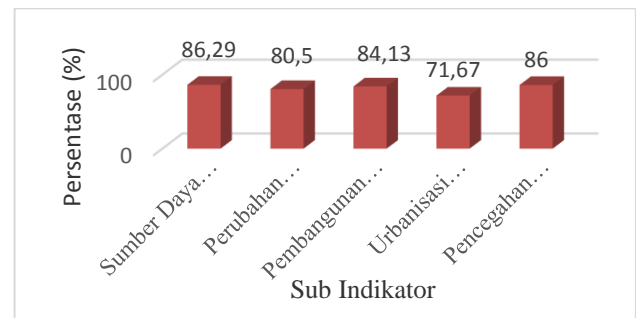
Gambar 2. Capaian persentase tiap sub indikator pada indikator sosial-budaya

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa tiga respon paling tinggi mahasiswa pendidikan biologi tentang ESD dalam indikator sosial-budaya yaitu pada sub indikator kesehatan dengan capaian persentase sebesar 89,70%, selanjutnya diikuti oleh sub indikator keamanan 87,75%, selanjutnya HIV/AIDS 86,31% dan respon paling rendah yaitu pada sub indikator tata kelola dengan capaian persentase sebesar 82,00%.

Untuk menghadapi masalah kesehatan, diperlukannya individu yang dapat bertindak dengan memikirkan dampak dari aktivitas yang akan dilakukannya (Runa, 2012). Kesehatan itu sendiri dapat dicapai dengan adanya kesadaran diri untuk hidup bersih dan sehat. Kondisi kesehatan dapat menjadi cerminan dari aktivitas manusia dengan lingkungan hidupnya. Selanjutnya, pembangunan dan kegiatan masyarakat juga telah mengakibatkan berbagai masalah lingkungan hidup dan berbagai gangguan kesehatan (Alisjahbana dan Murniningtyas, 2018:5). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mahasiswa pendidikan biologi UIR telah memiliki kesadaran akan pentingnya menjaga kesehatan diri dan lingkungan. Pengetahuan tentang kesehatan diri dan lingkungan dianggap penting oleh mahasiswa, hal tersebut dapat dilihat dengan adanya kegiatan penyuluhan kesehatan pada acara rutin tahunan untuk menyambut mahasiswa baru, yang disebut dengan Biologi Peduli Lingkungan Masyarakat (BPLM). Maka dari itu, mahasiswa memandang aspek kesehatan berperan penting untuk keberlanjutan, baik itu kesehatan diri maupun kesehatan lingkungan.

2. Aspek Lingkungan

Dalam indikator lingkungan terdiri atas lima sub indikator yaitu Sumber Daya Alam (SDA), perubahan cuaca, pembangunan perdesaan, urbanisasi berkelanjutan, pencegahan dan penanganan bencana. Untuk mengetahui persepsi mahasiswa tentang ESD pada indikator lingkungan disajikan pada Gambar 3.



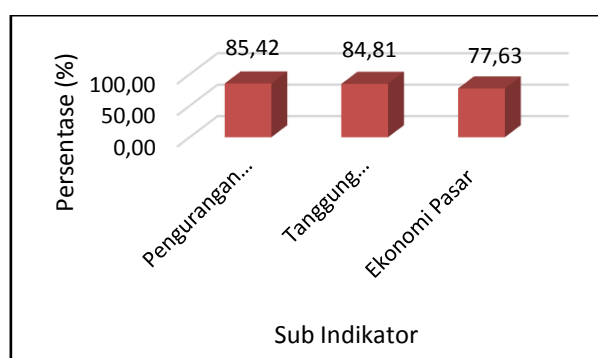
Gambar 3. Grafik capaian persentase indikator lingkungan

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa tiga respon paling tinggi mahasiswa pendidikan biologi tentang ESD dalam indikator lingkungan yaitu pada sub indikator SDA, pencegahan dan penanganan bencana dan pembangunan perdesaan. SDA dengan capaian persentase sebesar 86,29%, selanjutnya pencegahan dan penanggulangan bencana memperoleh persentase tidak jauh berbeda yaitu 86,00% dan pembangunan perdesaan 84,13%. Hal ini ditunjukkan dengan perilaku mahasiswa yang ikut serta dalam aksi konservasi lingkungan. Di FKIP Biologi UIR juga terdapat mata kuliah Konservasi Sumber Daya Hayati (KSDH) yang diberikan kepada mahasiswa dengan tujuan sebagai upaya perlindungan keanekaragaman hayati melalui konservasi. Ini menunjukkan bahwa mata kuliah yang diajarkan, membantu mahasiswa dalam memahami keberlanjutan lingkungan. Temuan ini sejalan dengan Behm (2011), mahasiswa baru di UIUC Department of Management Information sebagian besar menyatakan bahwa keberlanjutan dapat dicapai dengan menjaga sumber daya planet untuk generasi sekarang dan mendatang.

Sedangkan respon paling rendah yaitu pada sub indikator urbanisasi berkelanjutan dengan capaian persentase sebesar 71,67%. Berdasarkan hasil wawancara responden belum paham tentang urbanisasi berkelanjutan sehingga mempengaruhi persepsi mereka. Herweg dkk., (2017) menyatakan bahwa pengetahuan merupakan suatu hal penting yang berkontribusi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Ini merupakan tantangan bahwa mahasiswa biologi di UIR masih membutuhkan pendidikan yang mengajarkan pengetahuan tentang urbanisasi berkelanjutan agar urbanisasi dapat terjadi secara terus menerus tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan dan sosial.

3. Aspek Ekonomi

Dalam indikator ekonomi terdiri atas tiga komponen atau sub indikator yaitu pengurangan kemiskinan, tanggung jawab perusahaan (CSR) dan ekonomi pasar. Untuk mengetahui persepsi mahasiswa tentang ESD pada indikator ekonomi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik capaian persentase indikator ekonomi

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa respon paling tinggi mahasiswa pendidikan biologi tentang ESD dalam indikator ekonomi yaitu pada sub indikator pengurangan kemiskinan dengan capaian persentase sebesar 85,42%. Hal tersebut menunjukkan kepedulian mahasiswa dalam pentingnya peran ESD untuk mencapai pengentasan kemiskinan. Ada beberapa upaya yang dilakukan pemerintah di

Indonesia saat ini untuk pengentasan kemiskinan, diantaranya yaitu program penanggulangan kemiskinan melalui bantuan sosial, program penanggulangan kemiskinan berbasis pemberdayaan masyarakat, serta program penanggulangan kemiskinan berbasis pemberdayaan usaha kecil yang dijalankan oleh berbagai elemen pemerintah pusat dan daerah (Mulyadi, 2018). Mahasiswa Biologi di UIR juga berpendapat bahwa generasi muda perlu mengambil perannya untuk menciptakan dan memelihara lapangan pekerjaan. Generasi muda merupakan generasi penerus bangsa yang harus memiliki senjata yang dapat memerdekakan bangsa ini sehingga dapat mandiri dan sejahtera. Salah satu senjata yang diperlukan yaitu daya saing yang tinggi dengan dibekalkan pengetahuan, kreatifitas, dan inovasi. Generasi muda yang memiliki kreatifitas yang tinggi merupakan suatu kekuatan besar yang dapat membangun dan memajukan bangsa ini (Herlambang, 2015). Dengan adanya kreatifitas berupaya untuk menciptakan sebuah inovasi baru yang bisa membuat lapangan pekerjaan yang akan menopang sumber daya manusia yang ada sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran dan kemiskinan.

Selanjutnya disusul dengan sub indikator CSR 84,81%. *Corporate Social Responsibility* (CSR) adalah sebagai bentuk upaya kepedulian kalangan dunia usaha terhadap lingkungan di sekitarnya. Kegiatan CSR yang dilakukan berkenaan dengan berbagai bidang, mulai dari pendidikan, kesehatan, ekonomi, lingkungan bahkan sosial budaya (Maulidiana, 2018:1). Saat ini ada beberapa aturan hukum baik yang secara tegas atau eksplisit maupun yang implisit yang mewajibkan perusahaan tertentu melaksanakan aktivitas CSR atau tanggung jawab sosial dan lingkungan, serta satu panduan (*guidance*) internasional mengenai tanggung jawab berkelanjutan (*sustainability*

responsibility). Pendekatan CSR/TSP hendaknya dilakukan secara holistik yaitu

pendekatan CSR/TSP yang lebih menekankan pada keberlanjutan pengembangan masyarakat (*community development*). Dengan *community development*, masyarakat menjadi berdaya baik secara ekonomi, sosial, dan budaya secara berkelanjutan (*sustainability*) sehingga perusahaan juga dapat terus berkembang secara berkelanjutan (Maulidiana, 2018:64). Sedangkan respon paling rendah yaitu pada sub indikator ekonomi pasar dengan capaian 77,63%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian telah menunjukkan, mahasiswa Pendidikan Biologi belum mengenal istilah *education for sustainable development* (ESD) atau pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan, namun mereka dapat menggambarkan konsep keberlanjutan (*sustainability*) melalui kegiatan sehari-hari. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisis deskriptif yang menunjukkan bahwa mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Islam Riau sudah memiliki persepsi yang sangat baik tentang *education for sustainable development* dengan rata-rata persentase sebesar 83,13% pada kategori sangat baik. Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan diharapkan mulai diterapkan di Universitas Islam Riau (UIR) melalui kurikulum dan manajemen kampus, sebagai salah satu upaya untuk menerapkan ecocampus dan bentuk kontribusi pendidikan tinggi dalam mencapai *sustainable development goals* (SDGs).

REFERENSI

Alisjahbana, A.S., dan Murniningtyas, E. (2018). *Tujuan Pembangunan di Indonesia: Konsep, Target dan Strategi Implementasi*. Bandung, Unpad Press.
Al-naqbi, A. K. and Alshanag, Q. (2017). The Status of Education for Sustainable

Development and Sustainability Knowledge, Attitude, and Behaviors of UEA University Students. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Emerald Publishing Limited 1467-6370.

Balciunaitiene, A. (2017). Education of Sustainable Development Competence in Higher Education Institution. *Rural Environment, Education, Personality: 2255-808*.

Behm, C.L. (2011). Students Perceptions an Definitions of Sustainability. *Master Thesis*, University of Illinois at Urbana-Champaign.

Brundtland, G.H. 1987. Report of The World Commission on Environment and Development, The United Nation.

Corcoran, P.B., Calder, W., and Clugston, R.M. (2002). Introduction: Higher Education for Sustainable Development. *Higher Education Policy*, 15(2), 99-103.

Herlambang, Y. (2015). Peran Kreativitas Generasi Muda dalam Industri Kreatif Terhadap Kemajuan Bangsa. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (Tematik)*, 2(1), 61-71.

Herweg, K., Zimmermann, A.B., Hansen, L.L., Tribelhorn, T., Hammer, T., Tanner, R.P., Trechsel, L., Bieri, S., and Klay, A. (2017). *Integrating Sustainable Development into Higher Education*. Bern: Bern University.

Listiawati, N. (2013). Pelaksanaan Pendidikan Untuk Pembangunan Berkelanjutan oleh Beberapa Lembaga. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 9 (3), 430-450.

Mahat, H., Ahmad, S., Ngah, M.S.C., and Ali, N. (2014). Pendidikan Hubungan Lestari: Hubungan Kesedaran antara Ibu Bapak dengan Pelajar. *Malaysian Journal of Society and Space*, 10 (5), 71-84.

- Mahat, H. and Idrus, S. (2016). Education for Sustainable Development in Malaysia: A Study of Teacher and Student Awareness. *Malaysian Journal of Society and Space*, 12 (6), 77-88.
- Maulidiana, L. (2018). *Pengaturan CSR Menuju Pembangunan Berkelanjutan*. Bandar Lampung, CV: Anugrah Utama Raharja.
- Mulyadi, M. (2018). Strategi Pemerintah dalam Penanganan Kemiskinan dan Kesenjangan. *Jurnal Info Singkat Terhadap Isu dan Strategis*, 10(9), 13-18.
- Mwenda, Beatus. (2017). Learning for Sustainable Development: Integrating Environmental Education in the Curriculum of Ordinary Secondary Schools in Tanzania. *Journal of Sustainability Education*, 12.
- Pavlova, M. (2012). Perception of Sustainable Development and Education for Sustainable Development by African Technology Education Academics. *Journal Griffith University*, 391-397.
- Riduwan. (2016). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Runa, I.W. (2012). Pembangunan Berkelanjutan Berdasarkan Konsep Tri Hita Karana untuk Kegiatan Ekowisata. *Jurnal Kajian Bali*, 2(1), 149-162.
- Sanchez, G.F., Bernaldo, M.O., Castillejo, A., and Manzanero A.M. (2014). Education for Sustainable Development in Higher Education: State-of-the-Art, Barriers, and Challenges. *Higher Learning Research Communication*, 4 (3), 3-11.
- Sheikh, S.N.S., Aziz, A.B., and Yusof, K.M. (2012). Perception on Sustainable Development among New First Year Engineering Undergraduates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56: 530 – 536.
- Sudijono, Anas. (2011). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutanto, Hari Parsetyo. (2017). Education for Sustainable in West Nusa Tenggara. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(3), 320-342.
- UNESCO. (2017). *Textbook for Sustainable Development- A Guide to Embedding*. New Delhi: UNESCO.
- Zeegers, Y., and Clark, I.F. (2014). Students Perceptions of Education for Sustainable Development. *Internasional Journal of Sustainability in Higher Education*, 15 (2): 242-253.

Pengaruh Metode Pencatatan *Mind Mapping* dan Gaya Belajar Terhadap Penguasaan Konsep Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi

Aditya Sandi Wijaya*, Dewi Lengkana, Arwin Surbakti
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

Email: adityasandi94@gmail.com

ABSTRACT

Abstract: The Effect of Mind Mapping Note Method and Learning Style Towards Student's Concepts Mastery on Excretion System Material. This research aims to find out the effect of: (1) mind mapping note method towards concepts mastery, (2) learning styles (visual, auditory, kinesthetic) towards concepts mastery, (3) interactions between mind mapping note method and learning style towards concepts mastery. The type of research used is quantitative research conducted in quasi-experimental research. The population in the research consist of grade VIII student of SMPN 14 Bandar Lampung of the academic year of 2018/2019. The results are as follows: (1) there is significant effects from mind mapping note method towards concepts mastery, (2) there is no effect from learning style towards concept mastery, (3) there is no effect of interaction between mind mapping note method and learning style towards concept mastery.

Keywords: mind mapping, learning style, student's concept mastery

PENDAHULUAN

Materi pelajaran biologi merupakan materi yang banyak menggunakan gambar dalam penyajiannya. Gambar ini dapat berupa gambar realistik hingga gambar yang bersifat abstrak berupa ikon, simbol, hingga ilustrasi. Dengan pembelajaran yang menggunakan media visual peserta didik dituntut untuk memiliki kemampuan dalam memahami, menafsirkan segala macam materi pembelajaran yang disajikan oleh pendidik dalam bentuk visual. Literasi visual dapat membantu proses pengembangan pikiran dalam proses pembelajaran. Menurut Zhukovskiy & Pivovarov (2008:150) *visual thinking* dapat menjadi jembatan dari abstrak-verbal ke bentuk yang jelas. Sedangkan menurut Lavy (2006: 25-32) visualisasi memiliki peran penting dalam mengembangkan pemikiran dan pemahaman konsep dan

dalam transisi dari konkrit untuk berpikir abstrak yang berkaitan dengan pemecahan masalah. Istilah visualisasi dalam penelitian ini disandingkan dengan kata representasi yang berarti pemetaan data atau informasi yang akan divisualisasikan dalam bentuk-bentuk tertentu sehingga muncul istilah representasi visual.

Pembelajaran biologi memanfaatkan alam dan lingkungan sebagai media dan materi pembelajaran di mana bahan ajarnya menggunakan gambar, ikon-ikon, simbol sebagai antarmuka dengan penggunaannya. Penggunaan media dalam pembelajaran dapat mempermudah peserta didik dalam memahami sesuatu yang abstrak menjadi lebih konkrit sehingga dapat memotivasi keinginan untuk belajar serta mengefisienkan proses belajar mengajar. Konsep-konsep yang terdapat dalam pelajaran biologi berisikan konsep yang bersifat abstrak yang bisa berupa gambar,

simbol, ikon dan sebagainya sehingga diperlukan sebuah bentuk representasi dalam bentuk visual yang nantinya dapat mempermudah proses pembelajaran.

Pada setiap proses pembelajaran diharapkan peserta didik dapat membangun sendiri pengetahuan dibenaknya, menentukan dan menerapkan ide yang mereka miliki, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman langsung dalam menambahkan kekuatan untuk menerima, menyimpan, menguasai, dan menerapkan konsep yang telah dipelajarinya (Trianto, 2010: 74). Konsep merupakan salah satu pengetahuan awal yang harus dimiliki peserta didik karena konsep merupakan dasar dalam merumuskan prinsip-prinsip. Penguasaan konsep adalah kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep setelah kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi di SMP Negeri 14 Bandar Lampung, pada salah satu kelas VIII memiliki rerata hasil belajar materi sistem ekskresi 57,38. Sedangkan di kelas VIII yang lainnya memiliki rerata hasil belajar materi sistem ekskresi 69,76. Nilai tersebut masih berada di bawah KKM yang ditetapkan oleh sekolah yaitu 75. Jadi dapat disimpulkan bahwa hasil belajar peserta didik dibawah rata-rata.

Penguasaan konsep peserta didik dalam pembelajaran IPA masih rendah, terutama pada materi sistem ekskresi. Materi sistem ekskresi pada manusia merupakan materi yang bersifat abstrak yang berisikan gambar-gambar organ penyusun sistem ekskresi dan berkaitan dengan mekanisme serta proses yang terjadi di dalam tubuh. Disini peserta didik dituntut untuk mampu merepresentasikan dengan baik setiap gambar dan proses yang terjadi.

Berdasarkan hasil observasi, cara peserta didik dalam melakukan teknik pencatatan materi pelajaran masih cenderung bersifat formal dan klasik. Teknik pencatatan masih berupa catatan dalam

bentuk linier dan panjang tanpa ada gambar yang menjelaskan isi dari materi tersebut, dan juga tidak ada pemetaan konsep dari materi pelajaran sehingga mengakibatkan sulitnya bagi peserta didik dalam mengulas kembali materi pelajaran yang telah dicatat. Materi sistem ekskresi yang bersifat abstrak dan banyak menggunakan gambar dalam penyajiannya membutuhkan sebuah teknik pencatatan menyeluruh yang mampu mengakumulasi gambar, simbol dan tulisan menjadi satu yang nantinya dapat dihubungkan dengan konsep-konsep materi tersebut.

Berdasarkan hasil observasi di SMP tersebut, penerapan pengembangan metode pembelajaran belum terlaksana dengan baik, metode pembelajaran di sekolah masih bersifat klasikal atau masih menerapkan metode ceramah. Kecenderungan proses pembelajaran IPA masih terfokus pada kemampuan peserta didik untuk mencatat dan menghafal saja tetapi tidak memahami konsep-konsep yang terdapat di dalamnya, hal ini yang menyebabkan rendahnya penguasaan konsep peserta didik.

Dalam proses pembelajaran setiap peserta didik memiliki cara yang berbeda dalam menginteraksikan informasi yang telah diterimanya, latar belakang ini mengacu pada gaya belajar peserta didik. Gaya belajar merupakan kecenderungan peserta didik untuk mengadaptasi strategi tertentu dalam belajarnya guna mencapai hasil belajar secara optimal. Gaya belajar peserta didik adalah bagaimana peserta didik menyerap informasi yang diberikan oleh pendidik dan bagaimana peserta didik mengatur serta mengolah informasi tersebut. Dalam proses menyerap informasi, peserta didik dapat melibatkan tiga modalitas, yaitu visual, auditori dan kinestetik. Setiap peserta didik pada dasarnya menggunakan ketiga modalitas tersebut dalam menyerap informasi. Namun, setiap peserta didik

memiliki satu gaya belajar yang paling dominan di antara ketiga modalitas tersebut.

Berdasarkan hasil observasi di sekolah tersebut, pihak sekolah menyatakan bahwa belum pernah melakukan identifikasi gaya belajar peserta didiknya. Padahal identifikasi gaya belajar ini sangat penting dilakukan sebelum proses pembelajaran karena dapat menjadi pijakan pendidik dalam melakukan proses pembelajaran. Perbedaan gaya belajar peserta didik dapat menyebabkan kendala dalam proses pembelajaran. Perbedaan gaya belajar inilah yang menjadi salah satu tugas pendidik untuk menyelesaikannya.

Metode belajar yang diduga dapat meningkatkan penguasaan konsep dan mampu mengakomodir gaya belajar peserta didik adalah metode pencatatan *mind mapping*. Menurut Chen dan Hung (2014: 262) *mind mapping* adalah salah satu metode pencatatan yang memanfaatkan instrumen yang dapat membantu memetakan isi atau materi sehingga lebih mudah untuk dipelajari dan dianalisis. Sedangkan menurut Doni (2013: 3) *mind mapping* dapat membantu menyusun, menyimpan sebanyak mungkin informasi yang diinginkan peserta didik, dan mengelompokkannya dengan cara yang alami, memberi akses yang mudah dan langsung yang seperti siswa inginkan.

Penggunaan metode pencatatan *mind mapping* bertujuan untuk mengarahkan peserta didik untuk dapat memahami materi dengan mudah, cepat dalam mengkonstruksi konsep baru melalui pengetahuan yang sudah ada sebelumnya dengan menggunakan bahasa mereka sendiri serta menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna. Pembelajaran yang menggunakan model ini juga dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan motivasi belajar, minat belajar, kreativitas dan hasil belajar peserta

didik. Selain itu, metode pencatatan dengan *mind mapping* dapat mengakomodir semua gaya belajar, yaitu visual, auditori dan kinestetik, sehingga pembelajaran dengan metode ini dapat mengoptimalkan semua jenis gaya belajar yang beragam.

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan di atas dan mengingat pentingnya keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran guna tercapainya penguasaan konsep yang lebih baik, maka peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh *Mind Mapping* Dan Gaya Belajar Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Representasi Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi Kelas VIII”.

METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada semester genap bulan Februari-Maret 2019, di SMP Negeri 14 Bandar Lampung tahun ajaran 2018/2019. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 14 Bandar Lampung yang berjumlah 296 orang yang terbagi ke dalam 10 kelas (VIII_A-VIII_J). Sampel dicuplik dari populasi dengan teknik *random sampling* yaitu dengan cara mengacak kelas dari populasi peserta didik kelas VIII SMP Negeri 14 Bandar Lampung yang terbagi ke dalam 10 kelas tersebut. Adapun hasilnya yaitu VIII.A sebagai kelas kontrol dan VIII.B sebagai kelas eksperimen dan jumlah sampel sebanyak 59 peserta didik. Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen dengan *pretest-posttest non-equivalent control group design*. Data penelitian ini berupa hasil angket gaya belajar dan hasil tes pada materi sistem ekskresi. Struktur desain penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Penelitian *Pretest Posttest Non-Equivalent Control Group Design*.

Kelas	Pretest	Perlakuan	Postes
Eksperimen	O ₁	X ₁ X ₂	O ₃
Kontrol	O ₂	- X ₂	O ₄

Keterangan:

X₁ : Metode pencatatan *mind mapping*

- : Metode ceramah dan pencatatan konvensional

X₂ : Gaya belajar peserta didik (visual, auditori, kinestetik)

O_{1,3} : pretest

O_{2,4} : posttest

Pada desain ini, data penguasaan konsep dan keterampilan representasi diperoleh melalui nilai pretes dan postes. Kedua kelompok belajar masing-masing diberi pretes diawal pembelajaran dan postes diakhir pembelajaran. Dalam penelitian ini akan diberikan dua perlakuan yaitu metode pencatatan *mind mapping* pada kelas eksperimen dan metode ceramah dengan pencatatan konvensional pada kelas kontrol.

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan adalah data gaya belajar peserta didik, data penguasaan konsep peserta didik dan data keterampilan representasi peserta didik. Untuk mengetahui gaya belajar peserta didik digunakan tes identifikasi gaya belajar dan lembar observasi gaya belajar. Sedangkan untuk mengetahui penguasaan konsep dan keterampilan representasi peserta didik digunakan tes (pretes dan postes).

Gaya belajar peserta didik dalam penelitian ini diidentifikasi dengan lembar tes gaya belajar: visual, auditori, dan kinestetik. Instrumen yang digunakan adalah angket dan lembar observasi gaya belajar yang diadaptasi dari Maula (2017: 55-62).

Tes penguasaan konsep pada penelitian ini berupa pilihan jamak yang mengacu pada indikator-indikator penguasaan konsep menurut Anderson dan Krathwohl (2010: 67) yaitu sebagai berikut: *explaining, comparing, exemplifying,*

sumarizing, classifying, inferring, interpreting. Sedangkan bentuk tes keterampilan representasi berupa tes uraian dan rubrik instrumen penilaian yang digunakan diadaptasi dari Hwang, dkk (2007: 197)

Pengujian hipotesis didahului dengan melakukan uji prasyarat, yaitu dengan uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk* yang bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *Lavene* yang bertujuan untuk mengetahui kesamaan varian-varian yang berasal dari populasi yang sama. Untuk pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan uji analisis covariate (ancova) dengan tingkat signifikansi 5%. Adapun uji hipotesis dalam penelitian ini untuk menguji: (1) pengaruh metode pencatatan *mind mapping* terhadap penguasaan konsep peserta didik, (2) pengaruh gaya belajar terhadap penguasaan konsep peserta didik, (3) pengaruh interaksi antara metode pencatatan *mind mapping* dan gaya belajar terhadap penguasaan konsep peserta didik.

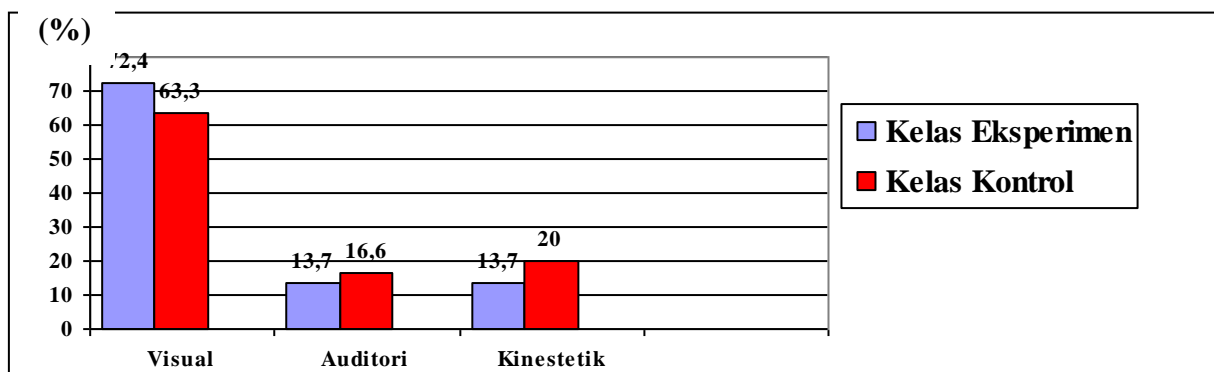
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi gaya belajar peserta didik pada penelitian didapatkan dari hasil angket dan lembar observasi gaya belajar. Perolehan data angket dan lembar observasi

gaya belajar yang tersebar pada 59 peserta didik (kelas kontrol dan eksperimen) didapatkan hasil pada kelas kontrol terdapat 19 peserta didik bergaya belajar visual, 5 peserta didik bergaya belajar auditori dan 6 peserta didik bergaya belajar kinestetik. Sedangkan pada kelas eksperimen terdapat

21 peserta didik bergaya belajar visual, 4 peserta didik bergaya belajar auditori dan 4 peserta didik bergaya belajar kinestetik.

Persentase gaya belajar peserta didik kelas kontrol dan eksperimen dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Persentase Gaya Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kontrol

Persentase gaya belajar (visual, auditor, kinesetetik) antara kelas eksperimen dan kontrol pada Gambar 1, hasilnya menunjukkan bahwa persentase gaya belajar auditori dan kinesetetik peserta didik kelas

kontrol lebih tinggi dibanding kelas eksperimen. Sedangkan persentase gaya belajar visual peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibanding dengan kelas kontrol.

Tabel 2. Rekapitulasi Rerata *N-Gain* Berdasarkan Gaya Belajar

Deskripsi	Gaya Belajar	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
		Penguasaan konsep	Ketrampilan representasi	Penguasaan konsep	Ketrampilan representasi
<i>N-Gain</i>	Visual	0,62	0,43	0,36	0,24
	Auditori	0,56	0,43	0,37	0,25
	Kinestetik	0,55	0,43	0,25	0,21

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian prasyarat yang meliputi uji normalitas dan homogenitas. Hasil analisis data uji homogenitas diperoleh nilai sig 0,130 untuk data penguasaan konsep dan nilai sig 0,895 untuk data keterampilan representasi. Sedangkan hasil uji normalitas data penguasaan konsep diperoleh nilai sig

0,297 untuk kelas eksperimen dan 0,589 untuk kelas kontrol, lalu untuk data keterampilan representasi diperoleh nilai sig 0,293 untuk kelas eksperimen dan nilai sig 0,923 untuk kelas kontrol. Berdasarkan uraian data diatas dapat disimpulkan bahwa semua data dalam penelitian homogen dan berdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis Penelitian

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Metode*PK	.236	1	.236	4.784	.033
Gaya Belajar*PK	.144	1	.144	2.912	.094
Metode*GayaBelajar*PK	.008	1	.008	.158	.693

Pengaruh metode pencatatan *mind mapping* terhadap penguasaan konsep berdasarkan hasil uji statistik ancova pada Tabel 3 menunjukkan nilai sig $0,033 < 0,05$ yang berarti bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, Hal ini berarti terdapat perbedaan penguasaan konsep antara kelompok peserta didik yang belajar dengan metode pencatatan *mind mapping* dengan kelompok peserta didik yang belajar dengan metode ceramah dan pencatatan konvensional.

Data lain yang menunjukkan metode pencatatan *mind mapping* lebih efektif dibanding metode ceramah dan pencatatan konvensional ditunjukkan pada Tabel 2 yang menunjukkan rerata *n-gain* penguasaan konsep kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, hal ini dikarenakan peserta didik yang belajar dengan metode pencatatan *mind mapping* lebih dimudahkan dalam proses belajar. Menurut De Porter & Hernacki, (2008: 152-

159) kelompok peserta didik yang belajar dengan strategi pencatatan *mind mapping* dengan menggunakan gambar, simbol, warna, serta poin-poin kunci lainnya dapat merangsang otak peserta didik untuk lebih cepat mengambil informasi dan menyimpan lebih lama. Pembelajaran dengan metode pencatatan *mind mapping* mampu memberikan daya ingat peserta didik lebih lama karena metode pencatatan *mind mapping* dapat memaksimalkan kerja kedua belah otak. Hal yang serupa diungkapkan oleh Paivio, dkk (dalam Lengkana, 2018: 34) berdasarkan teori penyandian ganda, representasi eksternal akan mengaktifkan sistem verbal dan non-verbal dalam sistem memori manusia. Sistem verbal secara khusus memproses pengetahuan yang berhubungan dengan bahasa dan sistem non-verbal bertanggung jawab memproses pengetahuan yang melibatkan bayangan atau gambar.

Tabel 4. Hasil Uji BNt

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	.792	1	.792	16.038	.000

Besar pengaruh metode pencatatan *mind mapping* terhadap penguasaan konsep pada Tabel 4 menunjukkan hasil nilai sig $0,00 < 0,05$ yang berarti metode pencatatan *mind mapping* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penguasaan konsep peserta didik. Hasil lainnya menunjukkan bahwa metode pencatatan *mind mapping* mampu mengakomodir semua jenis gaya belajar yang dimiliki peserta didik (visual, auditori, kinestetik). Hal ini dibuktikan

berdasarkan hasil rerata *n-gain* penguasaan konsep pada Tabel 2 yang menunjukkan hasil tidak adanya perbedaan yang terlalu jauh dari masing-masing *n-gain* penguasaan konsep jika dilihat berdasarkan gaya belajarnya. Pada saat proses pembelajaran dikelas, semua peserta didik terlibat aktif dalam pembuatan *mind mapping*. Peserta didik yang memiliki gaya belajar visual dapat belajar melalui melihat gambar, simbol, ikon dan verbal dari *mind mapping*

yang mereka buat, peserta didik yang memiliki gaya belajar auditori dapat belajar melalui pendengaran seperti diskusi dan tanya jawab dengan pendidik pada saat proses pembuatan *mind mapping* berlangsung, sedangkan peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik dapat belajar melalui gerakan-gerakan tangan seperti saat menggambar dan menulis saat proses pembuatan *mind mapping* berlangsung. Menurut Mayer (2000: 90) peserta didik dengan gaya belajar visual akan mudah menerima informasi dengan bantuan media dua dimensi seperti menggunakan grafik, gambar, *chart*, model, dan sejenisnya. Peserta didik dengan gaya belajar auditori akan lebih mudah menerima informasi melalui pendengaran atau sesuatu yang diucapkan atau dengan media audio. Sedangkan peserta didik dengan gaya belajar kinestetik, akan mudah menerima informasi sambil melakukan kegiatan tertentu, misalnya eksperimen, bongkar pasang, membuat model dan sebagainya yang berhubungan dengan sistem gerak.

Gaya belajar yang diukur dalam penelitian ini yaitu gaya belajar visual, auditori dan kinestetik. Pengaruh gaya belajar terhadap penguasaan konsep berdasarkan hasil uji statistik ancova pada Tabel 3 menunjukkan nilai sig 0,094 > 0,05 yang berarti bahwa H_1 ditolak dan H_0 diterima, yang berarti bahwa penguasaan konsep peserta didik tidak dipengaruhi oleh gaya belajar. Hal ini membuktikan bahwa penguasaan konsep peserta didik yang memiliki gaya belajar visual tidak berbeda jauh dengan peserta didik yang memiliki gaya belajar auditori maupun peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik.

Data lain yang mendukung gaya belajar tidak mempengaruhi penguasaan konsep peserta didik adalah dari rerata *n-gain* penguasaan konsep peserta didik pada Tabel 2 yang hasilnya menunjukkan bahwa *n-gain* penguasaan konsep tidak berbeda

jauh pada masing-masing gaya belajar baik dikelas eksperimen maupun kelas kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik peserta didik yang dilihat dari gaya belajarnya tidak memberikan pengaruh kepada hasil belajar kognitif peserta didik. Menurut Seels & Richey (1994: 35) karakteristik peserta didik merupakan segi-segi latar belakang pengalaman peserta didik yang berpengaruh terhadap keefektifan proses belajar. Karakteristik peserta didik diantaranya; kemampuan umum, tingkat kecerdasan, gaya belajar, motivasi, ekspektasi terhadap belajar, ciri-ciri jasmani serta emosional. Dari pengertian tersebut dan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gaya belajar bukan satu-satunya faktor karakteristik peserta didik yang dapat menentukan hasil belajar kognitif.

Pengaruh metode pencatatan *mind mapping* dan gaya belajar terhadap penguasaan konsep berdasarkan hasil uji statistik ancova pada Tabel 3 menunjukkan nilai sig 0,693 > 0,05 yang berarti bahwa H_1 ditolak dan H_0 diterima, yang berarti bahwa tidak ada pengaruh antara metode pencatatan *mind mapping* dan gaya belajar terhadap penguasaan konsep peserta didik. Hasil tersebut didukung data *n-gain* penguasaan konsep pada Tabel 2 yang hasilnya *n-gain* penguasaan konsep peserta didik pada masing-masing gaya belajar tidak berbeda jauh. Hal tersebut dikarenakan semua peserta didik yang memiliki gaya belajar yang beragam dapat terakomodir oleh satu metode belajar yang sama dalam sebuah pembelajaran.

Metode belajar diduga berkaitan dengan gaya belajar yang dimiliki peserta didik, ketika seorang pendidik mampu menerapkan suatu metode pembelajaran yang dapat mengakomodir semua jenis gaya belajar, maka dapat juga meningkatkan penguasaan konsep peserta didik yang memiliki gaya belajar yang beragam. Dengan penggunaan metode belajar yang

tepat maka dapat membantu peserta didik dalam penyerapan materi pelajaran. Dengan mengetahui gaya belajar peserta didik, pendidik akan lebih mudah menyampaikan materi pelajaran dengan metode pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Sebuah metode pembelajaran yang mengoptimalkan gaya belajar akan menjadikan peserta didik merasa nyaman dalam belajar. Sejalan dengan yang diungkapkan Djamanah dan Zaid (2002: 177) pemilihan metode pembelajaran sangat menentukan keberhasilan belajar peserta didik. Penggunaan metode pembelajaran yang digunakan tidak sembarangan, melainkan sesuai dengan tujuan belajar. Selain itu, pemilihan metode pembelajaran harus disesuaikan dengan karakteristik peserta didik sehingga karakteristik peserta didik yang beragam dapat terakomodir oleh satu metode pembelajaran yang tepat.

Pembelajaran sebaiknya mementingkan pengalaman belajar secara langsung dan menyenangkan bagi peserta didik. Pengalaman belajar secara langsung didapat dengan cara belajar dengan melihat dan mengingat (visual), belajar dengan mendengar (auditori), dan belajar dengan gerak dan emosi (kinestetik). Hal ini sejalan dengan digunakannya metode pencatatan *mind mapping* dalam pembelajaran karena metode ini mampu mengakomodir semua jenis gaya belajar. Ketika gaya belajar peserta didik dapat terakomodir dalam sebuah metode pembelajaran yang tepat, maka akan membantu peserta didik memahami materi pelajaran. Hal terjadi ini dikarenakan peserta didik dimudahkan dalam proses penyerapan informasi dari materi pelajaran tersebut. Semakin banyak informasi yang mampu diserap oleh peserta didik, maka akan semakin meningkatkan pula pemahaman konsep peserta didik tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik simpulan sebagai berikut: (1) terdapat pengaruh yang signifikan dari metode pencatatan *mind mapping* terhadap penguasaan konsep yang berarti metode pencatatan *mind mapping* berpengaruh positif terhadap penguasaan konsep peserta didik, (2) tidak adanya perbedaan penguasaan konsep antara peserta didik yang memiliki gaya belajar yang berbeda (visual, auditori, kinestetik) yang berarti bahwa gaya belajar tidak mempengaruhi penguasaan konsep peserta didik, (3) tidak terdapat pengaruh interaksi antara metode pencatatan *mind mapping* dan gaya belajar terhadap penguasaan konsep peserta didik, yang berarti bahwa kedua variabel tersebut memiliki pengaruh sendiri-sendiri terhadap penguasaan konsep peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W. dan Krathwohl, D.R. (2010). *A Taxonomy For Learning Teaching And Assesing (A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Chen, C dan Jeng-Fung, H. (2014). The Effects of Teaching with Graphics Organizers on the Thingking Organizers of Students. *US-China Education*. Vol. 4 (4): 261-267.
- De Porter, B. dan Hernacki, M. (2008). *Quantum Learning*. Bandung: PT. Mizah Pustaka.
- Djamanah dan Zaid. (2002). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Doni, S. (2013). *Penerapan Mind Mapping dalam Kurikulum Pembelajaran*. Jakarta: Gramedia.
- Hwang, W.Y., dkk. (2007). Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem

- Solving Using Multimedia Whiteboard System. *Educational Technology & Society Journal*. Vol. 10 (2): 191-212.
- Lavy, I. (2006). Dynamic Visualization and The Case of “Stars in Cages”. *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Educations*. Vol. (4): 25-32.
- Lengkana, D. (2018). ‘Pengembangan Program Pembelajaran Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Berbasis Multi Representasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi dan Interelasinya dengan Keterampilan Generik Sains Calon Guru Biologi’. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Bandung: UPI.
- Maula, F. Q. (2017). ‘Gaya Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Boja Pada Materi Pelajaran IPA Biologi’. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Mayer, D. (2000). *The accelerated learning handbook*. New York: The McGraw Hill Companies.
- Seels, B. B dan Richey, R.C. (1994). *Teknologi Pembelajaran Definisi dan Kawasannya*. Jakarta: Unit Penerbit Universitas Negeri Jakarta.
- Trianto. (2010). *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Zhukovskiy, Vladimir dan Pivovarov. (2008). The Nature of Visual Thinking. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. Vol. 1 (1): 149-158.

Keanekaragaman Ikan di Hutan Mangrove Kawasan Ekowisata Sebalang Kabupaten Lampung Selatan

Yanti Ariyanti*, Ika Agus Rini, Indah Oktaviani, Sovia Santi Leksikowati, Fidya Septiana

Program Studi Biologi, Institut Teknologi Sumatera (ITERA)

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Lampung Selatan 35365, Indonesia.

Email: yanti.ariyanti@bi.itera.ac.id

ABSTRACT

The existing mangrove forest in Sebalang Ecopark has unique characteristics. This area has no direct access from tides since several years ago. Infrastructure development such as harbor and road construction was blocked water during the tides. This study aims to reveal fish diversity in existing mangrove forest at Sebalang Ecopark. Fish samples were obtained using gill net, electrofish (12V 10A), hand fishnet, and several fish tackles. Sampling was conducted at three stations within the existing mangrove forest. The result showed that there was 201 individual belongs to 7 families, 7 genera, and 7 species. Station 3 has highest diversity with $H' = 0.76$ and $E = 0.55$. *Trichogaster trichopterus* was the highest abundance compared to others species.

Keyword: biodiversity, fish, infrastructure, mangrove, Sebalang ecopark

PENDAHULUAN

Hutan bakau atau biasa disebut hutan mangrove merupakan ekosistem di perairan payau pada zona intertidal yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Interaksi yang erat antara perairan laut, payau, sungai, dan terrestrial menjadikan ekosistem mangrove memiliki tingkat keanekaragaman organisme yang tinggi (Martuti 2013). Menurut Ernawati et al. (2013), ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang mendukung baik lingkungan biotik maupun abiotik seperti sebagai penahan intrusi air laut, penahan angin, pencegah abrasi, pengendali banjir dan tempat perkembangbiakan berbagai macam biota akuatik.

Salah satu sektor yang tumbuh di wilayah pesisir Kabupaten Lampung Selatan adalah sektor Industri. Berdasarkan Perda RTRW No.15 Tahun 2012, luas kawasan peruntukan industri di Kabupaten Lampung Selatan sekitar 16.592 ha yang terdiri dari kawasan peruntukan industri mikro, industri kecil, industri menengah, dan industri besar. Industri-industri tersebut meliputi industri energi, manufaktur, pengolahan pertanian, assembling, dan semen (Wulandari 2016).

Pada tahun 2015, terdapat 1.789 industri yang berkembang di Kabupaten Lampung Selatan yang terdiri atas 1.564 industri mikro, 176 industri kecil, 41 industri menengah dan 8 industri besar (BPS Lampung Selatan 2018). Berdasarkan hasil penelitian Wulandari (2016), seiring berkembangnya sektor industri menyebabkan kualitas udara dan lingkungan di pesisir Kabupaten Lampung Selatan mengalami penurunan.

Pesatnya kegiatan pembangunan di pesisir pantai mengakibatkan tekanan ekologis terhadap ekosistem pesisir juga semakin meningkat, terutama pada ekosistem mangrove. Meningkatnya tekanan, akan berdampak pada kerusakan ekosistem mangrove baik secara langsung (pembabatan hutan dan konversi lahan) maupun secara tidak langsung (pencemaran lingkungan oleh limbah cair dan debu). Selain itu, kegiatan pembangunan tersebut juga secara drastis mengurangi luas ekosistem mangrove dan mengubah beragam spesies asli hutan mangrove (Wardani 2011).

Hutan mangrove di kawasan Ekowisata Sebalang merupakan salah satu kawasan yang terdampak pesatnya pembangunan di daerah Teluk Lampung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengamati keanekaragaman organisme khususnya ikan pada hutan mangrove di kawasan ekowisata Sebalang.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juni-Juli 2019 di hutan mangrove Kawasan Ekowisata Sebalang, Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan (Gambar 1). Hutan mangrove di kawasan Ekowisata Sebalang memiliki luasan kurang lebih 5 ha. Contoh ikan diambil dari 3 stasiun di dalam kawasan yang ditentukan menggunakan *purposive sampling*. Pengambilan contoh ikan dilakukan pada pagi sampai sore hari dengan menggunakan beberapa alat tangkap seperti jaring tebar (*gillnet*) dengan ukuran mata jaring 1 cm, serokan ikan, dan *electrofish*. Pada perairan yang dalam digunakan jarring tebar sedangkan *electrofish* digunakan pada perairan dangkal.

Spesimen ikan yang diperoleh dihitung jumlah individu pada setiap spesiesnya, kemudian dilakukan dokumentasi foto pada masing-masing spesimen yang telah diberi label. Spesimen yang telah terkoleksi difiksasi dengan formalin 5% yang selanjutnya disimpan dalam larutan alkohol 70%. Spesimen diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Kottelat et al. 1993 dan referensi Fishbase (www.fishbase.org).

Beberapa parameter fisika dan kimia yang diukur meliputi pH, salinitas menggunakan refractometer (Atago), suhu air dan suhu udara. Adapun analisis data meliputi indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E) dan kekayaan spesies (d).

Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan rumus Shannon – Wiener (Odum 1971):

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

dimana:

H = Indeks keanekaragaman spesies

$$p_i = n_i/N$$

n_i = Jumlah individu spesies ke i

N = Jumlah individu keseluruhan

Indeks kemerataan dihitung menggunakan rumus Pileou (Odum, 1971):

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

dimana:

E = Indeks kemerataan

H = Indeks keanekaragaman spesies

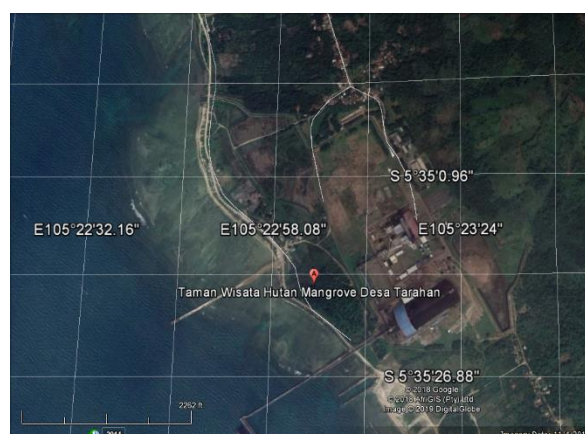
S = Jumlah spesies Indeks kekayaan spesies dihitung menggunakan rumus Margalef (Odum 1971):

$$d = \frac{S-1}{\ln N}$$

dimana: d = Indeks kekayaan spesies

S = Jumlah spesies

N = Jumlah individu keseluruhan



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan sampel (sumber: Google Earth 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), wilayah Lampung Selatan pada bulan Juni memiliki curah hujan yang dikategorikan rendah dengan kisaran 50-100 mm dan sifat hujan yang dikategorikan bawah normal (31-50%). Penelitian ini dilakukan pada saat sebagian besar wilayah di Indonesia telah memasuki musim kemarau.

Total contoh ikan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebanyak 146 ekor ikan yang terdiri atas 7 spesies dengan 7 famili dan 7 genus. Stasiun 1 memiliki

jumlah spesies terendah dengan hanya 3 spesies ikan yang terdiri atas *Oreochromis niloticus*, *Aplocheilus* sp. dan *Trichogaster trichopterus*. Selanjutnya pada stasiun 3 ditemukan 4 spesies, yaitu *Anabas testudineus*, *Megalops cyprinoides*, *Aplocheilus* sp. dan *Trichogaster trichopterus*. Stasiun 2 memiliki jumlah spesies tertinggi dengan 5 spesies ikan, yaitu *Ambassis nalua*, *Channa striata*, *Megalops cyprinoides*, *Aplocheilus* sp. dan *Trichogaster trichopterus* (Tabel 1).

Berdasarkan tabel 2, stasiun 3 memiliki nilai indeks keanekaragaman (H) dan indeks kemerataan tertinggi dengan nilai $H=0.76$ dan $E = 0.55$. Stasiun 2 dan stasiun 1 masing-masing memiliki nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks kemerataan sebesar $H= 0.43$, $E = 0.27$ dan $H= 0.25$, $E = 0.22$. Indeks kemerataan (E) digunakan untuk menggambarkan kesamaan penyebaran jumlah individu setiap spesies pada tingkat komunitas di suatu kawasan (Descasari et al. 2016). Nilai Indeks kemerataan berkisar antara 0-1. Jika nilai $E < 0,50$ berarti penyebaran spesiesnya tidak stabil, apabila $0,50 \leq E \leq 0,75$ dapat dikatakan kondisi penyebaran jenis cukup stabil, dan jika nilai $E \geq 0,75$ berarti penyebarannya stabil (Odum

1971). Nilai indeks kemerataan yang tinggi menunjukkan bahwa tidak terdapat spesies yang lebih dominan dari spesies lainnya di lokasi tersebut (Pratiwi & Widyastuti 2013).

Indeks kekayaan spesies (d) berfungsi untuk menghitung banyaknya jumlah spesies pada suatu komunitas (Santosa et al. 2008). Indeks kekayaan spesies pada stasiun 2 merupakan yang tertinggi diantara stasiun lainnya yaitu $d = 0.93$. Selanjutnya stasiun 1 dan 3 memiliki indeks kekayaan spesies masing-masing 0.55 dan 0.85.

Kelimpahan jenis merupakan banyaknya jumlah jenis ikan dalam suatu komunitas atau dominansi suatu jenis di dalam suatu habitat (Latupapua 2011). Berdasarkan gambar 2, diketahui bahwa famili Osphronemidae memiliki kelimpahan yang paling tinggi, yaitu sebesar 42.66 %. Famili Aplocheilidae dan Ambassidae memiliki kelimpahan sebesar 3%, diikuti Anabantidae, Channidae, Cichlidae memiliki kelimpahan masing-masing sebesar 1%. Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelimpahan jenis ikan, salah satunya adalah kualitas air (Latupapua 2011). Data parameter fisika dan kimia masing-masing stasiun dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 1. Keanekaragaman Jenis ikan di Ekosistem Mangrove Kawasan Ekowisata Sebalang

No	Famili	Genus/Spesies	Nama Lokal	Individu (n)	Stasiun			Kelimpahan (%)
					KT 1	KT 2	KT 3	
1	Ambassidae	<i>Ambassis nalua</i>	seriding	3		3		3
2	Anabantidae	<i>Anabas testudineus</i>	betok	1			1	1
3	Channidae	<i>Channa striata</i>	gabus	1		1		1
4	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	nila	1	1			1
5	Megalopidae	<i>Megalops cyprinoides</i>	Bulan-bulan	3		2	1	1,5
6	Osphronemidae	<i>Trichogaster trichopterus</i>	sepat	128	35	68	25	42,67
7	Aplocheilidae	<i>Aplocheilus</i> sp.	gupi	9	1	1	7	3
Jumlah				146	37	75	34	
Jumlah spesies pada tiap stasiun						3	5	4

Tabel 2. Hasil analisis indeks keanekaragaman spesies (H), indeks kemerataan (E), dan indeks kekayaan spesies (d)

Index	KT 1	KT 2	KT 3
Indeks Keanekaragaman Spesies (H ²)	0,25	0,43	0,76

Indeks Kemerataan (E)	0,22	0,27	0,55
Indeks Kekayaan Spesies (d)	0,55	0,93	0,85

Tabel 3. Data Parameter Fisika, Kimia, dan Koordinat Pengambilan Contoh

Stasiun	Titik	Koordinat	pH Air	Temperatur		Salinitas
				Air	Udara	
KT 1	1	5° 35' 13.5" S 105° 23' 05.5" E	8.4	29.7 °C	29 °C	7
	2	5° 35' 13.9" S 105° 23' 06.2" E	8.71	30.7 °C	29 °C	0
	3	5° 35' 14.7" S 105° 23' 07.7" E	8.56	30.8 °C	29 °C	5
KT 2	1	5° 35' 15.1" S 105° 23' 04.7" E	8.20	29.7 °C	29 °C	1
	2	5° 35' 16.5" S 105° 23' 04.2" E	8.04	30.0 °C	30 °C	0
KT 3	1	5° 35' 17.4" S 105° 23' 06.5" E	7.18	27.7 °C	28 °C	0
	2	5° 35' 17.6" S 105° 23' 06.2" E	8.20	29.2 °C	28 °C	5

B. Pembahasan

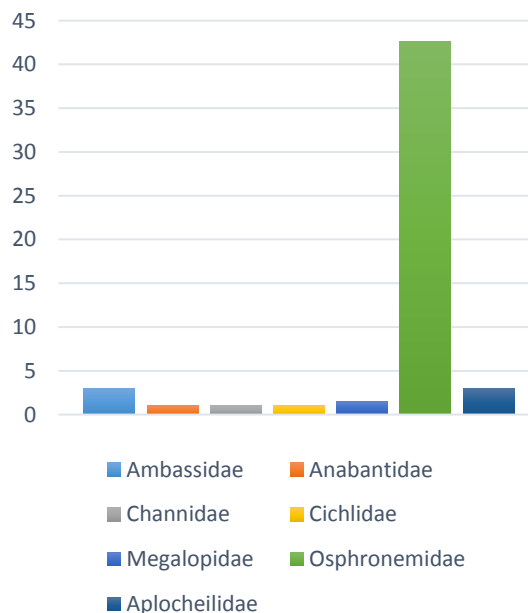
Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dan 7 titik dengan mengukur kualitas air pada setiap titik koordinatnya menggunakan parameter fisika (suhu udara dan suhu air) dan parameter kimia (pH dan salinitas). Suhu memengaruhi sebaran ikan, sirkulasi air, daur kimia dan sifat-sifat fisik air lainnya (Latupapua 2011).

Berdasarkan data pada tabel 4, suhu air berkisar antara 27.7°C – 30.8°C sedangkan suhu udara berkisar antara 28.0°C – 30.0°C. Suhu dengan kisaran yang berbeda ini diduga karena faktor perbedaan waktu pada saat pengukuran, musim, lintang, sirkulasi udara, penutupan awan, dan kedalaman badan air (Salim et al. 2017). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 pH air laut yang baik adalah 7 – 8.5. Kemudian, nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air terdapat antara 7 – 8.5 (Latupapua 2011). Hasil pengukuran pH air pada masing-masing titik di setiap stasiun berkisar dari 7.18 – 8.71. Hal ini berarti pH air pada hutan mangrove Sebalang masih tergolong baik bagi berlangsungnya kehidupan biota akuatik.

Salinitas didefinisikan sebagai tingkat keasinan yang terkandung dalam air. Sebagai salah satu parameter kualitas air, salinitas berpengaruh secara langsung terhadap metabolisme ikan, terutama proses osmoregulasi (Mainassy 2017). Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ‰, perairan payau antara 0,5 ‰ – 30 ‰, perairan laut 30 ‰ – 40 ‰ dan perairan

hipersalin dapat mencapai 40 ‰ – 80 ‰ (Latupapua 2011). Nilai salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Mainassy 2017). Hasil pengukuran menunjukkan salinitas air berkisar dari 0 ‰ – 7 ‰. Nilai salinitas air di hutan mangrove Sebalang diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, penguapan (evaporasi) dan curah hujan (presipitasi).

Kelimpahan Ikan (berdasarkan Famili) di Hutan Mangrove Sebalang



Gambar 2. Diagram Kelimpahan Ikan di Hutan Mangrove Sebalang

Ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) dari famili Osphronemidae merupakan spesies yang paling dominan. Spesies ini tersebar di seluruh stasiun penelitian dengan jumlah individu 128 ekor dan memiliki kelimpahan sebesar 42.67 %. Ikan sepat merupakan ikan yang biasa hidup di air yang tenang dan tempat-tempat dengan kadar oksigen rendah, seperti rawa. Ikan sepat termasuk dalam subordo Anabantoidei yang memiliki organ labirin pada insangnya yang berfungsi untuk menghirup oksigen langsung dari udara di atas permukaan air (Murjani 2009).

Keanekaragaman spesies ikan yang terdapat di Hutan mangrove Sebalang tergolong sangat rendah jika dibandingkan dengan di hutan mangrove lainnya. Penelitian Wahyudewantoro (2009) menemukan 58 spesies ikan yang tergolong ke dalam 34 famili dan 43 genus di Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK). Kemudian di hutan mangrove Desa Pabean Ilir ditemukan 71 spesies dari 33 famili dan di hutan mangrove Desa Pagirikan memiliki 45 spesies dari 28 famili (Descassari et al. 2016). Hal tersebut dapat disebabkan oleh kondisi perairan di kawasan hutan mangrove Sebalang yang tidak lagi sebagaimana ekosistem mangrove pada umumnya. Keberadaan jalan yang tepat berada di bibir pantai menyebabkan terhalangnya akses pasang surut air laut secara langsung ke kawasan hutan mangrove tersebut. Hal ini diduga juga dapat membatasi berbagai organisme atau spesies yang biasanya terbawa arus air saat pasang dan memanfaatkan mangrove sebagai tempat mencari makan, beraktifitas bahkan berkembang biak.

Pemerintah Daerah Lampung (2000) menyatakan potensi hutan mangrove di Provinsi Lampung mengalami penurunan yang sangat drastis. Berdasarkan data Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Provinsi Lampung tahun 2009, diketahui bahwa total kerusakan hutan mangrove di Provinsi Lampung mencapai 45.136,75 ha dari total

luas keseluruhannya yaitu 93.919,72. Sebagian besar wilayah hutan mangrove pada beberapa kecamatan di Kabupaten Lampung Selatan telah rusak. Kerusakan ini terjadi akibat adanya pembabatan dan pengalihan fungsi lahan mangrove menjadi area industri, pertambangan, pertanian, pemukiman, dan peruntukkan lainnya. Hutan mangrove Sebalang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Dusun Sebalang, Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Lampung Selatan. Sejak tahun 2004, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sebalang dibangun bersebelahan dengan kawasan Hutan Mangrove yang menjadi lokasi penelitian. PLTU Sebalang dibangun dengan fungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di Provinsi Lampung.

Selain itu untuk menunjang kebutuhan transportasi laut, sejak tahun 2012 pembangunan Pelabuhan Sebalang dimulai. Letak Pelabuhan Sebalang juga bersebelahan dengan kawasan hutan mangrove tersebut. Berkaitan dengan pembangunan yang ada, maka dibangun pula infrastruktur dan akses jalan menuju PLTU dan Pelabuhan Sebalang. Pembangunan berbagai infrastruktur dan industri di kawasan ini tentu memiliki dampak positif dan negatif, baik bagi masyarakat maupun lingkungan sekitar. Keberadaan jalan memudahkan akses bagi masyarakat, namun dampak sebaliknya yaitu menyebabkan berkurangnya luas kawasan hutan mangrove. Terhitung kurang lebih 19 tahun sejak pembanguna jalan dimulai menyebabkan terhalangnya jalur pasang surut air laut ke kawasan hutan mangrove, sehingga dapat dikatakan bahwa hutan mangrove tersebut telah terisolasi karena tidak lagi mendapat pengaruh pasang surut air laut secara langsung (Sohari, komunikasi pribadi 21 Juni 2019).

Hal tersebut dapat menghilangkan fungsi hutan mangrove dalam mencegah abrasi pantai dan mengancam kelestarian berbagai biota laut yang menjadikan hutan mangrove sebagai habitatnya (Hidayah & Wiyanto 2013).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 7 spesies ikan yang terdiri atas 7 famili dan 7 genera. Ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*) dari famili Osphronemidae merupakan spesies yang paling dominan dengan kelimpahan sebesar 42.67 %. Keanekaragaman spesies ikan yang terdapat di Hutan Mangrove Sebalang dapat dikategorikan rendah. Salah satu faktor utama yang menyebabkan hal tersebut adalah terhalangnya akses pasang surut air laut secara langsung menuju kawasan hutan mangrove Sebalang melalui bibir muara yang kini telah direklamasi untuk dijadikan jalan maupun infrastruktur lain di sekitar bibir pantai. Hal ini diduga juga dapat membatasi berbagai organisme atau spesies yang biasanya terbawa arus saat pasang dan memanfaatkan mangrove sebagai tempat mencari makan, beraktivitas bahkan berkembang biak.

REFERENSI

- [BPLH] Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Daerah Provinsi Lampung. 2009. *Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Lampung Tahun 2009*. Lampung: Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan. 2018. *Kabupaten Lampung Selatan dalam Angka 2018*. Lampung Selatan: BPS Kabupaten Lampung Selatan.
- Descasari R, Setyobudiandi I, and Affandi R. 2016. "Keterkaitan ekosistem mangrove dengan keanekaragaman ikan di Pabean Ilir dan Pagirikan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat." *Bonorowo Wetlands* 6(1): 43-58.
- Ernawati SK, Niartiningsih A, Nessa MN, and Andi Omar SB. 2013. Suksesi makrozoobentos di hutan mangrove alami dan rehabilitasi di Kabupaten
- Sinjai Sulawesi Selatan. *Jurnal Bionature* 14(1): 49-60.
- Hidayah Z, and Wiyanto DB. 2013. Analisa temporal perubahan luas hutan mangrove di Kabupaten Sidoarjo dengan memanfaatkan data citra satelit." *Jurnal Bumi Lestari* 13 (2): 318-333.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, and Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Jakarta: Periplus Editions Limited.
- Latupapua MJJ. 2011. "Keanekaragaman Jenis Nekton di Mangrove Kawasan Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo." *Jurnal Agroforestri* VI (2): 81-91.
- Mainassy MC. 2017. Pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap kehadiran ikan lompas (*Thryssa baelama* Forsskal) di Perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah." *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 19(2): 61-66.
- Martuti NKT. 2013. Keanekaragaman mangrove di wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang." *Jurnal MIPA* 36(2): 123-130.
- Murjani A. 2011. Budidaya beberapa varietas ikan sepat rawa (*Trichogaster trichopterus* Pall) dengan Pemberian Pakan Komersial." *Fish Scientiae* 1(2) : 214-232.
- Nurudin FA, Martuti NKT, and Irsadi A. 2013. Keanekaragaman jenis ikan di Sungai Sekonyer Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah." *Unnes Journal of Life Science* 2(2): 118-125.
- Odum EP. 1971. *Fundamental of Ecology Third Edition*. Philadelphia USA: W.B. Saunders Company.
- Pratiwi R and Widayastuti E. 2013. Pola sebaran dan zonasi krustasea di hutan bakau perairan Teluk Lampung. *Zoo Indonesia* 22(1): 11-21.

- Salim D, Yuliyanto, and Baharuddin. 2017. Karakteristik parameter oseanografi fisika-kimia perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan." *Jurnal Enggano* 2(2): 218-228.
- Santosa Y, Ramadhan EP, and Rahman DA. 2008. Studi keanekaragaman mamalia pada beberapa tipe habitat di stasiun penelitian Pondok Ambung Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Media Konservasi* 13(3): 1 – 7.
- Wahyudewantoro G. "Keanekaragaman Fauna Ikan Ekosistem Mangrove di Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon, Pandeglang-Jawa Barat." *Berita Biologi* 9, no. 4 (April 2009): 379-386.
- Wardhani MK. 2011. Kawasan konservasi mangrove: Suatu potensi ekowisata." *Jurnal Kelautan* 4(1): 60-76.
- Wulandari P. 2016. *Status Keberlanjutan dan Arah Pengembangan Wilayah Berbasis Industri di Pesisir Kabupaten Lampung Selatan*. [Disertasi], Bogor: Institut Pertanian Bog

Resistensi Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Kultivar Atlantic Transgenik yang Mengandung Gen Penyandi Lisozim Terhadap Penyakit Busuk Lunak

Suharsono^{1,2} dan Zakiyyatul Maftuhah¹

¹Departemen Biologi, FMIPA, IPB

²Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, LPPM, IPB

Email: sony-sh@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Atlantic is very susceptible to soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum*. Lysozyme can degrade bacterial cell walls, therefore it can be used to generate plants that are resistant to bacterial diseases. The *c-Lys* gene encoding for lysozyme had been successfully introduced into the genome of potato cv Atlantic. The aim of this study was to analyze the integration of *c-Lys* gene in the genome of transgenic potato cv Atlantic and the resistance of these transgenic plants to *P. carotovorum*. Analysis of five putative transgenic plants showed that the five transgenic plants contained *c-Lys* gene under the control of 35S CaMV promoter. In vitro inoculation of five transgenic plants with *P. carotovorum* by leaf-cutting method, and incubation at 24 °C for 18 days showed that all five transgenic plants were resistant to *P. carotovorum*, while non-transgenic potato cv Atlantic plants died. These results indicate that the *c-Lys* gene has been integrated in the genome of transgenic potato cv Atlantic, then can be expressed to synthesize the lysozyme. The synthesized lysozyme is able to increase the resistance of transgenic potato plants to soft rot disease.

Keyword: lysozyme, potato cv atlantic, resistant, soft rot disease, transgenic

PENDAHULUAN

Bakteri *Pectobacterium carotovorum* subspecies *carotovorum* atau *Erwinia carotovora* adalah penyebab penyakit busuk lunak (*soft rot*), dan mempunyai inang yang sangat luas (Toth *et al.*, 2003). Perbandingan tiga taxa yang sering menyerang kentang menunjukkan bahwa *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* dan *P. carotovorum* subsp. *brasiliensis* lebih virulen terhadap busuk lunak pada batang dan umbi dari pada *P. atrosepticum* (Marquez-Villavicencio *et al.*, 2011). Bakteri ini menghasilkan enzim yang dapat mendegrasi dinding sel tanaman sehingga jaringan tanaman menjadi lunak. Penyakit busuk lunak merupakan salah satu penyakit penting yang menurunkan produksi tanaman kentang. Lisozim yang disebut juga dengan muramidase atau 1,4- β -N-acetylmuramidase merupakan enzim yang menghidrolisis ikatan β -1,4 glikosida antara N-asetilglukosamin dengan asam N-

asetilmuramat dari peptidoglikan. Peptidoglikan merupakan penyusun dinding sel bakteri baik bakteri gram positif maupun gram negatif. Rusaknya dinding sel menyebabkan bakteri mengalami lisis, sehingga lisozim dapat mematikan bakteri. Lisozim merupakan enzim alami yang terdapat pada cairan sekresi, seperti air susu, air mata, cairan lendir, dan air ludah. Yazawa *et al.* (2006) telah mengekspresikan gen penyandi lisozim dari putih telur di ikan zebra (*zebra fish*). Ikan zebra transgenik tersebut resisten terhadap bakteri *Flavobacterium columnare* dan *Edwardsiella tarda*. Fletcher *et al.* (2011) telah berhasil mengekspresikan gen *rainbow trout lysozyme* (*rtLys*) di bawah kendali promoter gen penyandi protein antibeku ikan *ocean pout* (*Zoarces americanus*) di ikan salmon (*Salmo salar*). Ekstrak ginjal ikan salmon transgenik mempunyai aktivitas lisozim litik 40% lebih tinggi dari pada salmon non-transgenik.

Kentang kultivar Atlantic rentan terhadap *P. carotovorum* (Asnawati, 2002). Untuk meningkatkan ketahanan terhadap bakteri patogen ini, Manguntungi (2014) telah mengintroduksi gen *c-Lys* penyandi lisozim yang dikendalikan oleh promoter kuat 35S CaMV ke dalam kentang kultivar Atlantic. Analisis resistensi dua klon kentang Atlantic transgenik yang mengandung gen *c-Lys* telah dilakukan, tetapi 28 klon transgenik putatif independen lainnya belum dikarakterisasi. Dari 28 klon transgenik putatif independen, lima klon transgenik diambil secara acak untuk dianalisis dalam penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis integrasi gen *c-Lys* di dalam genom dari lima klon kentang transgenik putatif dan analisis resistensi kelima klon kentang transgenik terhadap bakteri *P. carotovorum* sp *carotovorum*.

METODE

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan lima klon kentang (*Solanum tuberosum* L.) kultivar Atlantik transgenik putatif (Manguntungi, 2014) yaitu AtT3, AtT4, AtT5, AtT6 dan AtT7. Pasangan primer 35SF (ATGGCTGGAGTATTAGCTGGG) dan NosR (CTCATAAATAACGTCATG CATTACA) yang mengapit gen *c-lys* di daerah T-DNA dari plasmid pMSH1-Lys (Handayani, 2013) digunakan untuk analisis integrasi gen *c-Lys* di dalam genom tanaman dengan PCR.

Bakteri *P. carotovorum* ras 1 yang diperoleh dari Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB, digunakan untuk uji resistensi tanaman *in vitro*. Media MS2 makro, yang mengandung 2x unsur makro MS (Murashige dan Skoog, 1962) digunakan sebagai media tumbuh tanaman kentang secara *in vitro*.

Analisis Integrasi Gen *c-Lys* di dalam Tanaman Kentang Transgenik

DNA total kentang diisolasi mengikuti metode Doyle dan Doyle (1990) yang dimodifikasi (Manguntungi, 2014), dengan cara menggerus kurang lebih 0.1 g jaringan yang terdiri dari batang dan daun plantlet kentang yang ditumbuhkan secara *in vitro* menggunakan nitrogen cair di dalam cawan hingga menjadi bubuk halus. Bubuk kemudian disuspensikan di dalam 600 µL buffer CTAB 2% (20 g/l CTAB, 150 ml/l 1 M Tris-Cl pH 8, 60ml/l 0.5 M EDTA pH 8.0) dan 1.2µL β-mercaptoetanol 0.2%. Suspensi sel diinkubasi pada suhu 65°C selama 30 menit, kemudian suspensi dicampur secara merata dengan satu volume larutan phenol:chloroform:isoamil alkohol (25:24:1). Setelah disentrifugasi pada kecepatan 10,000 rpm pada suhu ruang selama 10 menit, supernatan dimasukkan ke dalam tabung yang baru, kemudian dicampur secara merata dengan satu volume larutan chloroform:isopropanol (24:1). Setelah disentrifugasi pada kecepatan 10,000 rpm selama 10 menit, supernatan dimasukkan ke dalam tabung yang baru, kemudian ditambah dengan 0.1 volume NaOAc dan dua volume etanol absolut dingin, dan diinkubasi pada suhu -20°C selama semalam. Larutan disentrifugasi pada kecepatan 10,000 rpm pada suhu 4°C selama 10 menit. Supernatan dibuang, dan endapan yang dihasilkan ditambah dengan 500µL etanol 70%, dan disentrifugasi kembali pada kecepatan, suhu dan lama sentrifugasi yang sama. Cairan dibuang, endapan dikeringkan dengan vakum selama 30 menit. Endapan disuspensikan di dalam 20µL ddH2O dan 4µL RNase (2 µg), kemudian diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 2 jam.

Analisis integrasi gen *c-Lys* di tanaman kentang dilakukan dengan mengamplifikasi

gen *c-Lys* melalui PCR dengan menggunakan pasangan primer 35SF dan NosR. Komposisi PCR terdiri dari 500 ng DNA total, 0.5 mM primer 35SF, 0.5 mM primer NosR, 5 µl Dream Taq™ Green PCR Master Mix, dan ddH₂O di dalam 10 µl volume akhir. Kondisi PCR adalah pra-PCR pada suhu 94°C selama 3 menit diikuti dengan 35 siklus yang terdiri dari denaturasi pada 94 °C selama 30 detik, penempelan primer pada 64 °C selama 30 detik, ekstensi pada 72 °C selama 1 menit dan pasca-PCR pada 72 °C selama 5 menit. Hasil PCR dimigrasikan di gel agarosa 2% (b/v) di dalam larutan penyangga TAE 1X (40 mM Tris, 20 mM asam asetat, 1 mM EDTA) pada tegangan 50 V selama 50 menit. Gel diwarnai dengan perendaman di dalam larutan EtBr (1 mg/L) selama 15 menit kemudian dibilas dengan H₂O. Pengamatan dilakukan di atas transiluminator UV.

Uji Resistensi Tanaman Kentang terhadap *P. carotovorum*

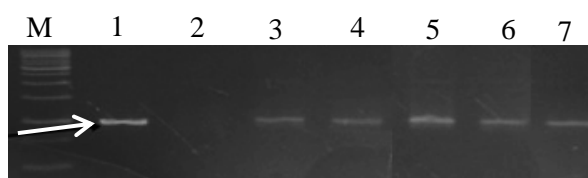
Inokulasi tanaman kentang menggunakan *P. carotovorum* dilakukan dengan mengikuti metode Asnawati (2002) dengan menggantung daun plantlet in vitro menggunakan gunting yang sebelumnya telah dicelupkan di dalam suspensi bakteri dengan kepekatan 1.2×10^9 sel/mL. Tanaman yang sudah diinokulasikan diinkubasi pada suhu 24 °C selama 18 hari, dan diamati gejala yang ditimbulkan. Inokulasi dilakukan pada 24 plantlet untuk masing-masing klon. Karakter yang diamati meliputi gejala terjadinya penyakit busuk lunak dan jumlah plantlet yang mati. Resistensi tanaman kentang terhadap penyakit busuk lunak ditentukan berdasarkan frekuensi kejadian penyakit (FP) pada umur 18 hari setelah infeksi (hsi) dengan rumus $FP = n/N \times 100\%$, dimana: n adalah jumlah tanaman layu, dan N adalah jumlah tanaman yang diuji. Tingkat resistensi tanaman ditentukan berdasarkan Thaveecai *et al.* (1989) yaitu frekuensi

kejadian penyakit antara 0-20 termasuk resisten (R), 21-40 termasuk agak resisten (AR), 41-60 termasuk agak sensitif (AS) dan 61-100 termasuk sensitif (S).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Integrasi Gen *c-Lys* di dalam Tanaman Transgenik

PCR terhadap DNA dari kelima klon transgenik putatif dengan pasangan primer 35SF dan NosR menghasilkan DNA amplikon yang berukuran 1,000 pb. Hasil amplifikasi ini sama dengan amplikon dengan PMSH1-Lys sebagai cetakan. Amplifikasi dengan menggunakan DNA dari tanaman kentang kultivar Atlantic non-transgenik sebagai cetakan tidak menghasilkan amplikon (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil PCR dengan pasangan primer 35SF dan NosR. M= penanda ukuran DNA; 1= pMSH1-Lys, 2= Atlantic Non-Transgenik; 3-7= Atlantic transgenik. Tanda panah menunjukkan ukuran 1 kb.

Analisis PCR ini menunjukkan bahwa kelima klon kentang transgenik putatif tersebut mengandung gen *c-Lys*. Amplifikasi DNA dengan pasangan primer 35SF dan NosR yang berukuran sebesar 1,000 pb, menunjukkan bahwa gen *c-Lys* di bawah kendali promoter 35S CaMV dan terminator Nos terintegrasi di dalam genom kelima galur transgenik. Primer 35SF terletak di promoter 35S CaMV dan primer NosR terletak

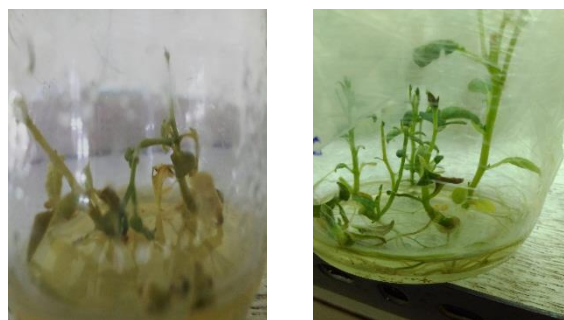
terminator Nos. Tanaman kentang Atlantic non-transgenik (AtNT) tidak mengandung promotor 35S CaMV dan terminator Nos, sehingga amplifikasi dengan pasangan promotor tersebut tidak menghasilkan ampikon. Tidak adanya ampikon tersebut menunjukkan bahwa tanaman kentang Atlantic non-transgenik tidak mengandung gen *c-Lys* di bawah kendali promotor 35S CaMV dan terminator Nos.

Kelima galur tanaman transgenik putatif adalah resisten terhadap higromisin yang diambil secara acak dari 28 klon transgenik putatif independen yang diperoleh Manguntungi (2014). Gen *c-Lys* diligasikan dengan gen *hpt* sebagai penanda seleksi resistensi terhadap higromisin di daerah T-DNA dari pMSH1-Lys (Handayani, 2013). Karena pengambilan tanaman yang dianalisis bersifat acak dan semuanya adalah tanaman transgenik yang mengandung gen lisozim maka tanaman kentang kultivar Atlantic transgenik putatif yang belum dianalisis kemungkinan besar adalah transgenik. Walaupun semua klon adalah transgenik, tetapi morfologi dan resistensi di antara klon transgenik dapat berbeda karena adanya perbedaan pada lokasi penyisipan gen di dalam genom tanaman kentang. Oleh karena itu, analisis morfologi dan ekspresi gen perlu dilakukan untuk memilih tanaman transgenik yang mempunyai sifat sesuai dengan yang diinginkan.

Uji Resistensi Tanaman Kentang terhadap *P. carotovorum*

Inokulasi terhadap tanaman kentang Atlantic non-transgenik menunjukkan bahwa tanaman non-transgenik mengalami gejala penyakit busuk lunak mulai hari ke-10. Gejala penyakit busuk lunak ditandai dengan perubahan warna daun menjadi kuning, kemudian layu dan batangnya busuk. Pada umur 18 hsi, semua tanaman kentang

Atlantic non-transgenik menunjukkan gejala penyakit berupa daun dan batang mengalami layu, berwarna kecoklatan dan bagian dasar atau pangkal tanaman membusuk dan berlendir. Inokulasi terhadap kelima klon kentang Atlantic transgenik dengan *P.*



A

B

carotovorum tidak menghasilkan gejala penyakit busuk lunak hingga hari ke-18 setelah inokulasi. Hasil ini menunjukkan bahwa kelima galur kentang transgenik adalah resisten terhadap *P. carotovorum* (Gambar 2).

Gambar 2. Resistensi tanaman kentang terhadap *P. carotovorum* pada 18 hsi. A= Atlantic non-transgenik AtNT; B= Atlantic transgenik AtT.

Seluruh tanaman kentang Atlantic non-transgenik (AtNT) mengalami kematian pada 18 hsi. Semua klon kentang Atlantic transgenik (AtT) resisten terhadap *P. carotovorum* (Tabel 1).

Inokulasi pada penelitian ini dilakukan dengan metode gunting daun. Metode gunting daun (Asnawati, 2002) merupakan metode inokulasi yang efektif, dan relatif lebih cepat dalam proses inkubasi, jika dibandingkan dengan metode siram (Delfiani, 2003). Inokulasi bakteri atau patogen dengan metode gunting daun adalah melakukan pelukaan sehingga patogen

mudah masuk ke dalam jaringan tanaman, sedangkan metode siram,

Tabel 1. Frekuensi kejadian penyakit dan tingkat resistensi kentang Atlantic terhadap *P. carotovorum* pada 18 hsi

Klon	Total Tanaman	Jumlah tanaman hidup	Jumlah Tanaman Mati	Frekuensi Penyakit (%)	Tingkat resistensi
AtNT	24	0	24	100	S
AtT3	24	24	0	0	R
AtT4	24	24	0	0	R
AtT5	24	24	0	0	R
AtT6	24	24	0	0	R
AtT7	24	24	0	0	R

Keterangan: AtNT= Atlantic non-transgenik; AtT= Atlantic transgenik; S= sensitif; R= resisten

tanaman tidak terluka sehingga masuknya patogen ke dalam sel dan jaringan tanaman tidak semudah bila dibandingkan dengan adanya luka pada jaringan.

Lisozim merupakan enzim yang berfungsi sebagai imun dalam mencegah serangan mikroba (Li *et al.*, 2008). Pada penelitian ini, hasil uji resistensi menunjukkan bahwa tanaman transgenik mampu mencegah infeksi *P. carotovorum*. Hasil ini mengindikasikan bahwa tanaman kentang Atlantic transgenik mampu mensintesis lisozim dan lisozim yang dihasilkan mampu menghidrolisis ikatan β -1,4 glikosida antara N-asetil glukosamin dan asam N-asetil muramat dari dinding sel bakteri *P. carotovorum*. Rusaknya ikatan β -1,4 glikosida tersebut menyebabkan dinding sel bakteri menjadi rusak dan bakteri mengalami lisis.

Aktifitas lisozim yang diekspresikan oleh masing-masing organisme transgenik dapat berbeda, tergantung dari sel inang dan bakteri patogennya. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fletcher *et al.* (2008) yang menemukan adanya perbedaan ekspresi aktifitas lisozim pada dua jenis spesies ikan yang berbeda, yaitu ikan salmon transgenik dan ikan zebra transgenik.

Respon tanaman terhadap serangan patogen dapat berupa respon biokimia, yaitu dengan melepaskan senyawa oksidatif, yang akan mengakibatkan sel lisis, sehingga patogen tidak dapat tersebar ke bagian sel lain (Lamb dan Dixon, 1997). Respon lain yang dilakukan adalah dengan mengubah komposisi sel sehingga penetrasi patogen dapat dicegah, dan mensintesis senyawa anti mikroba seperti fitoaleksin (van Loon, 1999). Proses ekspresi gen lisozim pada tanaman dapat membantu mekanisme pertahanan pada tanaman untuk menanggulangi adanya serangan patogen.

KESIMPULAN

Analisis integrasi gen *c-Lys* menunjukkan bahwa gen *c-Lys* di bawah kendali promotor 35S CaMV dan terminator Nos terintegrasi di dalam genom kelima klon tanaman kentang Atlantic transgenik independen. Kelima klon kentang Atlantic transgenik tersebut semuanya resisten terhadap *P. carotovorum* penyebab penyakit busuk lunak.

Analisis ekspresi gen *c-Lys* secara kuantitatif di dalam tanaman kentang Atlantic transgenik dan uji daya hasil kentang transgenik yang diinokulasi dengan *P. carotovorum* perlu dilakukan.

REFERENSI

- Asnawati. 2002. Skrining klon terhadap penyakit layu bakteri dan busuk lunak secara in vitro dan manipulasi media kultur sumber protoplas pada tanaman kentang [tesis]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Delfiani, D. 2003. Evaluasi ketahanan 28 klon kentang (*Solanum tuberosum*) terhadap penyakit busuk lunak (*Erwinia carotovora* L.R. Jones) secara in vitro [skripsi]. Jurusan Budidaya Pertanian. Bogor (ID). Fakultas Pertanian IPB.
- Doyle, J. J. and Doyle, J. L. 1990. Isolation of Plant DNA from Fresh Tissue. *Focus* 12 (1): 13-15
- Fletcher, G. L., Hobbs, R. S., Evans, R. P., Shears, M. A., Hahn, A. L., and Hew, C. L. 2011. Lysozyme transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquacult. Res.* 42: 427-440
- Handayani, T. 2013. Konstruksi vektor biner dan transformasi gen lisozim pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menggunakan perantara *Agrobacterium tumefaciens* [tesis]. Bogor (ID). Insitut Pertanian Bogor.
- Lamb, C. and Dixon, R. A. 1997. The oxidative burst in plant disease resistance. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 48: 251-275.
- Li, H., Parisi, M. G., Toubiana, M., Cammarata, M. and Roch, P. 2008. Lysozyme gene expression and hematocyte behaviour in the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, after injection of various bacteria or temperatur stresses. *Fish Shellfish Immun.* 25 (1-2): 143-152
- Manguntungi, B. 2014. Transformasi genetik kentang (*Solanum tuberosum* L.) kultivar Atlantik dengan gen penyandi lisozim melalui perantara *Agrobacterium tumefaciens* [tesis]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Marquez-Villavicencio, M. D. P., Groves, R. L., and Charkowski, A. O. 2011. Soft rot disease severity is affected by potato physiology and *Pectobacterium* taxa. *Plant Dis.* 95: 232-241.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497
- Thaveechai, N., Hartman, G. L. and Kositratana, W. 1989. Bacterial Wilt Resistance Screening. Laboratory Course on Bacterial Wilt of Tomato. Thailand. Kasetsart University.
- Toth, I. K., Bell, K. S., Holeva, M. C. and Birch, P. R. J. 2003. Soft rot erwiniae: from genes to genomes. *Molec. Plant Panthol.* 4 (1): 17-30.
- van Loon, L. C., Bakker, P. A. H. M. and Pieterse, C. M. J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36: 453-483.
- Yazawa, R., Hirono, I., and Aoki, T. 2006. Transgenic zebrafish expressing chicken Iysozyme show resistance against bacterial diseases. *Transgenic Res.* 15:385-391.

**Uji Efektivitas Mulsa Daun Pisang Kepok
(*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat
(*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

Firli Arliandi¹, Yulianty.², Endang Nurcahyani², Sri Wahyuningsih,²

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
Jalan Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung 35145

Email: firli.arliandi123@gmail.com

ABSTRACT

Tomatoes have many benefits and contain vitamins that are very important for the human body. Decreased tomato productivity can be caused by low soil fertility. One way to increase the productivity of tomato plants is by adding mulch. Mulch is an ingredient that is spread on the ground to suppress water loss and weed growth. The purpose of this study was to determine the effect of kepok banana mulch on the growth of tomato plants (*Lycopersicum esculentum* Mill.). The study was conducted using a completely randomized design (CRD) with 6 treatments of banana leaf mulch and 4 replications. The banana mulch treatments are P0 = 0 gr / plant (Control), P1 = 30 gr / plant, P2 = 40 gr / plant, P3 = 50 gr / plant, P4 = 60 gr / plant, P5 = 70 gr / plant. The variables observed were the number of leaves, plant height, stem diameter, dry weight, and root length. The data obtained were homogenized by the Levene test, followed by an analysis of variance at $\alpha = 5\%$, and further tested for the Least Significant Difference (LSD) at $\alpha = 5\%$. The results of this study indicate that the higher Kepok banana leaf mulch treatment had a significant effect on the inhibition of plant height, number of leaves, dry weight and root length of tomato plants.

Keywords: banana, leaves, mulch, tomatoes.

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan sangat banyak digemari masyarakat. Potensi pasar untuk buah tomat dapat juga dilihat dari segi harga yang terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat, sehingga membuka peluang yang lebih besar terhadap serapan pasar (Dalimartha dan Felix, 2011).

Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya tomat adalah penggunaan varietas unggul yang beradaptasi baik pada lingkungan tumbuhnya. Usaha untuk meningkatkan hasil selain harus terpenuhinya syarat-syarat kultur teknis yang baik, juga harus dilakukan melalui usaha pemuliaan tanaman (Purwati, 2008).

Upaya agronomis dapat dilakukan dengan sistem budidaya yang benar dan tepat seperti metode pemupukan dan pola tanam. Pemupukan merupakan suatu upaya dalam

peningkatan produksi tanaman tomat, agar didapatkan hasil buah tomat yang baik. Pupuk sebagai unsur hara bagi tanaman dalam bentuk organik maupun anorganik. Tanah yang subur dengan kandungan unsur hara yang cukup akan mempengaruhi produksi dan pertumbuhan tanaman, karena unsur hara lebih tersedia dan siap diserap oleh tanaman (Budi dan Kamini, 2011).

Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat yaitu dengan menggunakan penambahan mulsa (jerami, sekam, dan plastik) dalam masa penanaman. Mulsa adalah bahan organik maupun anorganik yang dihamparkan di permukaan tanah untuk menekan kehilangan air melalui penguapan dan menekan tumbuhnya gulma serta memodifikasi lingkungan lapisan atas tanah yang ditutupi (Sumarni dkk., 2006).

Penggunaan mulsa akan memberikan keuntungan, baik dari aspek biologi, fisik

maupun kimia tanah. Penggunaan mulsa merupakan salah satu upaya memodifikasi kondisi lingkungan agar sesuai bagi tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Secara fisik mulsa mampu menjaga suhu tanah lebih stabil dan mampu mempertahankan kelembaban di sekitar perakaran tanaman (Doring dkk., 2006).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh mulsa daun pisang kepok terhadap pertumbuhan tanaman tomat dan mengetahui dosis pemberian mulsa daun bambu tali yang paling baik terhadap pertumbuhan tanaman tomat.

METODE

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2019 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

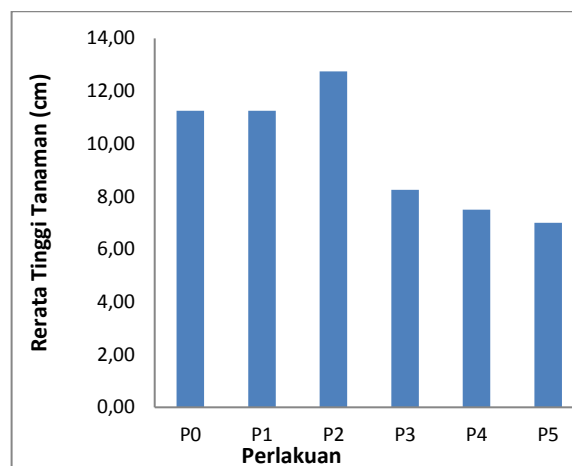
Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 24 petak satuan percobaan yang terdiri dari berbagai dosis pemberian mulsa daun pisang kepok, yaitu P0 = 0 gr/tanaman (Kontrol), P1 = 30 gr/tanaman, P2 = 40 gr/tanaman, P3 = 50 gr/tanaman, P4 = 60 gr/tanaman, P5 = 70 gr/tanaman.

Parameter yang diukur yaitu jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, berat kering, dan panjang akar. Pengambilan data untuk jumlah daun dan tinggi tanaman dilakukan setiap minggu, sedangkan untuk diameter batang, berat kering tanaman dan panjang akar dilakukan 4 minggu setelah perlakuan. Data yang didapatkan, dihomogenitaskan dengan uji Levene, apabila sudah homogen dilanjutkan dengan Analisis Ragam (ANARA) pada $\alpha = 5\%$, jika hasil ANARA signifikan lalu dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tinggi Tanaman

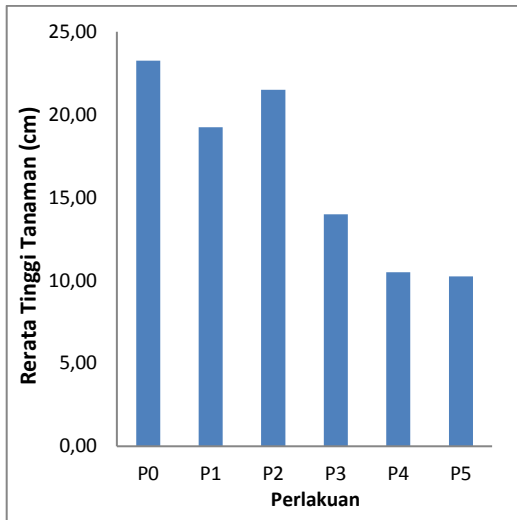
Pengukuran tinggi tanaman tomat dilakukan setiap satu minggu sekali selama 4 minggu. Rata-rata tinggi tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :



Gambar 1. Rata rata tinggi tanaman pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu pertama.

Gambar di atas terlihat ada perbedaan tinggi tanaman tomat pada berbagai dosis perlakuan. Tinggi tanaman menunjukkan adanya peningkatan setelah pemberian mulsa daun pisang kepok pada perlakuan P2 (40 gram). Namun seiring dengan peningkatan dosis terjadi penurunan pada tinggi tanaman. Tinggi tanaman yang terendah ditunjukkan pada perlakuan P5 (70 gram).

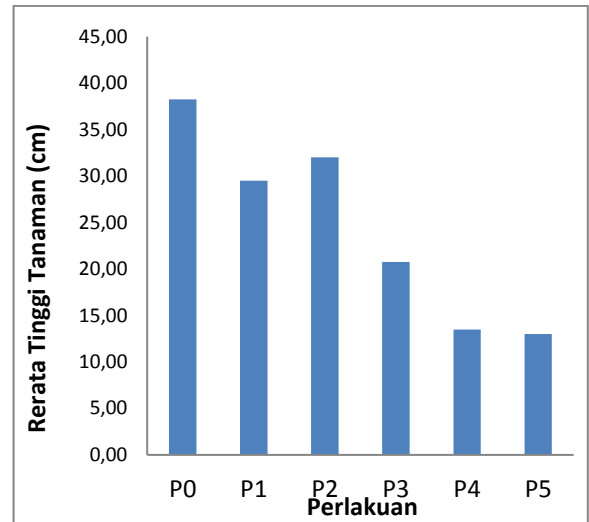
Hasil analisis ragam pada taraf tersebut menunjukkan bahwa pemberian mulsa memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Setelah dilakukan Uji BNT pada taraf 5%, perlakuan yang terbaik terdapat pada P2 dengan tinggi tanaman sebesar 12,75 cm



Gambar 2. Rata rata tinggi tanaman pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu ke dua.

Rata rata tinggi tanaman setelah pemberian mulsa daun pisang kepok terlihat berfluktuasi. Berbeda pada minggu pertama, pada minggu kedua perlakuan pemberian mulsa daun pisang kepok tidak meningkatkan tinggi tanaman tomat. Perlakuan P1 (30 gram) tinggi tanaman menurun dan pada perlakuan P2 tinggi tanaman tomat meningkat dan seiring dengan peningkatan dosis mulsa daun pisang kepok terjadi penurunan tinggi tanaman tomat dan tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan P5 (70 gram) yang merupakan dosis yang tertinggi dalam penelitian ini.

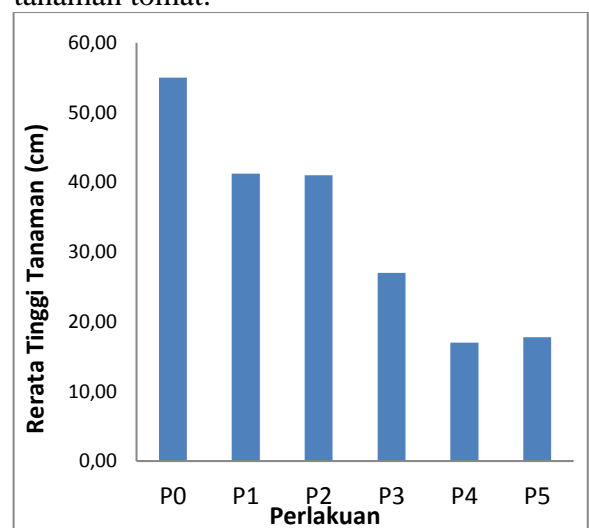
Setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun pisang kepok memberikan pengaruh nyata sehingga semakin menurun tinggi tanaman tomat setelah diberi perlakuan. Setelah dilakukan Uji BNT taraf 5% perlakuan yang menunjukkan tinggi tanaman tomat yang terbaik terdapat pada P0 (kontrol).



Gambar 3. Rata rata tinggi tanaman pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu ke empat.

Rata rata tinggi tanaman pada minggu ketiga setelah perlakuan menunjukkan tinggi yang berfluktuasi. Hal ini menunjukkan hasil yang sama dengan perlakuan pada minggu kedua. Tinggi tanaman menurun setelah pemberian mulsa daun pisang kepok. Nilai tertinggi terdapat pada P0 (kontrol) atau tanpa diberikan mulsa daun pisang kepok.

Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian mulsa daun pisang kepok memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman tomat.



Gambar 4. Rata rata tinggi tanaman pada

berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu ke empat.

Rata rata tinggi tanaman tomat pada minggu keempat setelah perlakuan menunjukkan kecenderungan semakin menurun setelah pemberian mulsa daun pisang kepok. Gambar di atas terlihat tanaman tomat yang tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (kontrol) atau tanpa pemberian mulsa daun pisang kepok.

Setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun pisang kepok yang tinggi memberikan pengaruh nyata sehingga semakin menurun tinggi tanaman tomat setelah diberi perlakuan. Setelah dilakukan Uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan P0 (kontrol) merupakan perlakuan yang terbaik terhadap tinggi tanaman atau dengan kata lain perlakuan mulsa daun pisang kepok menghambat pertumbuhan tanaman tomat.

Pemakaian mulsa daun pisang kepok tidak mampu meningkatkan kadar humus di dalam tanah. Hidayat (1995) mengatakan bahwa tebal kutikula pada setiap daun beragam serta dapat mempengaruhi perkembangan pertumbuhannya. Menurut Hutahaean *et. al* (1999) mekanisme perubahan struktur terhadap lingkungan berhubungan dengan karakter anatomi yang meliputi adanya lapisan lilin, ketebalan kutikula, kerapatan dan ukuran stomata, inti sel serta trikوماتa.

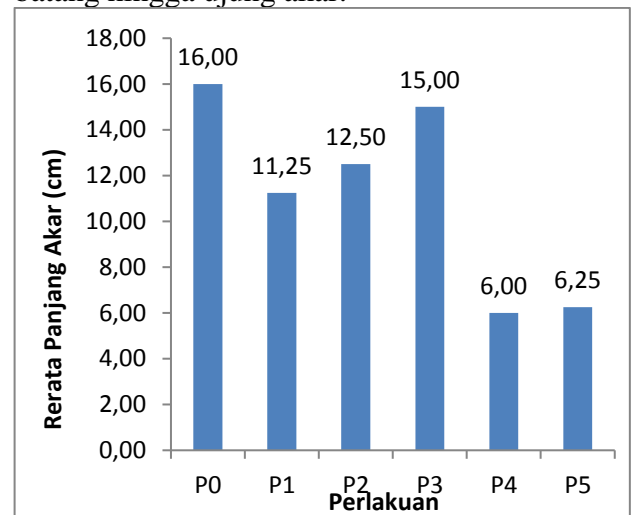
Pemberian mulsa dapat menunjukkan tinggi tanaman yang kurang maksimal, hal ini diduga karena pemberian mulsa pada daunnya memiliki kandungan alelokimia senyawa fenol yang mampu menghambat pertumbuhan tanaman.

Menurut Prihatini (2008) alelokimia senyawa fenol mengganggu mitosis sel dengan merusak benang benang spindel pada saat metafase. Jika proses pembelahan sel terhambat, maka pembesaran sel juga ikut

terhambat yang berakibat terjadi penurunan pertumbuhan tanaman. Karena penambahan tinggi tanaman tomat menunjukkan bahwa mulsa organik daun pisang kepok tidak mendukung pertumbuhan primer yang optimal selama perkembangan titik tumbuh tanaman.

2. Panjang Akar

Panjang akar merupakan komponen yang menunjukkan tingkat kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang tersedia. Parameter yang biasa digunakan yaitu panjang akar diukur mulai dari pangkal batang hingga ujung akar.



Gambar 5. Rata rata panjang akar minggu ke empat berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok.

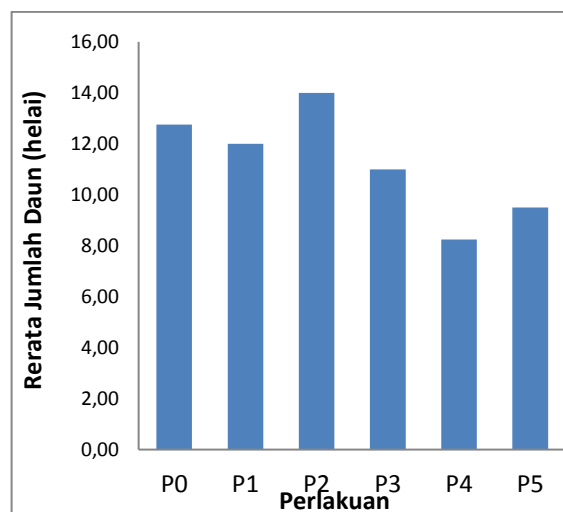
Gambar di atas terlihat ada perbedaan panjang akar pada tanaman tomat pada berbagai dosis perlakuan. Panjang akar tidak menunjukkan adanya peningkatan setelah pemberian mulsa daun pisang kepok. Terjadi penurunan yang nyata pada perlakuan P0 hingga perlakuan P5 panjang akar pada tanaman tomat. Tinggi tanaman yang terendah ditunjukkan pada perlakuan P5 (70 gram).

Rata rata pada minggu keempat perlakuan pemberian mulsa daun pisang kepok tidak meningkatkan panjang akar tanaman tomat. Perlakuan P1 (30 gram) panjang akar menurun dan kemudian pada perlakuan P2 panjang akar tomat meningkat dan seiring dengan peningkatan dosis mulsa daun pisang kepok terjadi penurunan panjang akar tanaman tomat terendah terdapat pada perlakuan P5 (70 gram). Perlakuan P0 (kontrol) merupakan dosis yang tertinggi dalam penelitian ini. Setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun pisang kepok memberikan pengaruh nyata sehingga semakin menurun panjang akar tanaman tomat setelah diberi perlakuan. Setelah dilakukan Uji BNT taraf 5% perlakuan yang menunjukkan panjang akar tanaman tomat yang tertinggi terdapat pada P0 (kontrol).

Menurut Rice (1984) alelokimia secara tidak langsung dapat berpengaruh pada tanaman dengan menghambat mikroorganisme di dalam tanah yang berperan dalam fiksasi nitrogen. Hal ini menyebabkan tanaman kekurangan nitrogen. Pendeknya akar pada suatu tanaman akar berpengaruh pada pertumbuhan bagian lain tanaman diantaranya diameter dan tinggi tanaman.

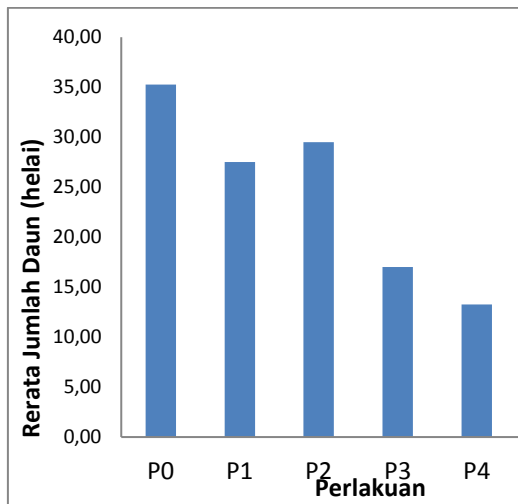
3. Jumlah Daun

Pengukuran jumlah daun pada tanaman tomat dilakukan setiap satu minggu sekali selama 4 minggu. Pengukuran jumlah daun tanaman dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun dari ujung tanaman. Data rata rata jumlah daun disajikan pada gambar 6, 7, 8, dan 9.



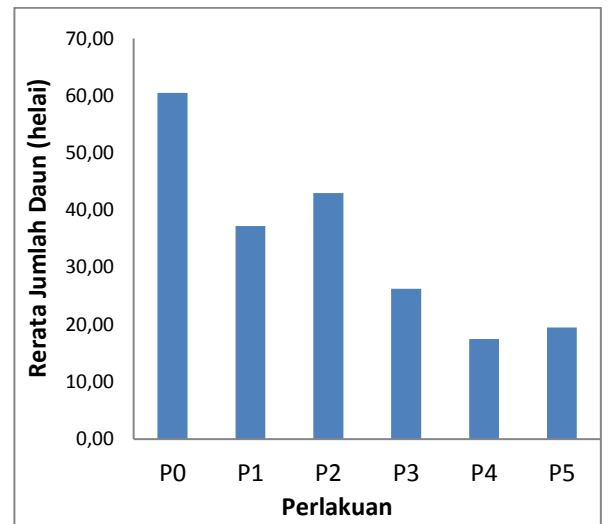
Gambar 6. Rata rata jumlah daun pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu pertama.

Gambar di atas menunjukkan bahwa pada minggu pertama terjadi penurunan dan peningkatan jumlah daun tanaman tomat setelah pemberian mulsa daun pisang kepok. Jumlah daun yang terbanyak terdapat pada perlakuan P2 (40 gram) sebanyak 14 helai daun. Jumlah daun menurun pada perlakuan P3 dan P4, kemudian meningkat kembali setelah perlakuan P5. Setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun pisang kepok memberikan pengaruh nyata sehingga semakin menurun jumlah daun tomat setelah diberi perlakuan. Setelah dilakukan uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan P2 (30 gram) merupakan perlakuan yang terbaik terhadap jumlah daun.



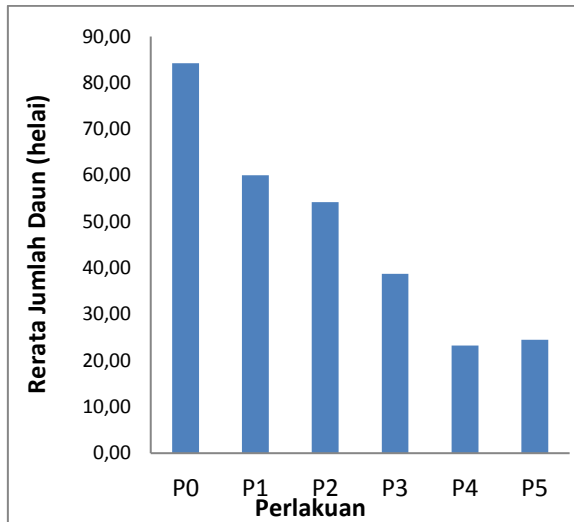
Gambar 7. Rata rata jumlah daun pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu kedua.

Rata rata jumlah daun tanaman tomat pada minggu ke dua setelah diberikan perlakuan menunjukkan hasil yang berfluktuasi. Hal ini karena hasil yang menunjukkan sama dengan perlakuan pada minggu ke dua jumlah daun menurun. Nilai yang tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (kontrol) atau tanpa pemberian mulsa. Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian mulsa daun memberikan pengaruh terhadap banyaknya jumlah daun. Setelah dilakukan uji BNT taraf 5%, perlakuan pada P0 (kontrol) menunjukkan jumlah daun terbanyak yaitu 35,00 helai daun.



Gambar 8. Rata rata jumlah daun pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu ketiga.

Rata rata jumlah daun tanaman tomat pada minggu ke tiga setelah pemberian mulsa daun pisang kepok menunjukkan semakin menurun. Gambar 8 terlihat jumlah daun pada tanaman tomat yang tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (kontrol) tanpa pemberian mulsa daun pisang kepok. Namun terjadi penurunan pada perlakuan P1 (40 gram) dan meningkat kembali pada perlakuan P2 (50 gram). Setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun pisang kepok memberikan pengaruh nyata sehingga semakin menurun jumlah daun tomat setelah diberi perlakuan. Setelah dilakukan uji BNT taraf 5%, perlakuan pada P0 (kontrol) menunjukkan jumlah daun terbanyak yaitu 60,00 helai daun.



Gambar 9. Rata rata jumlah daun pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok pada minggu keempat.

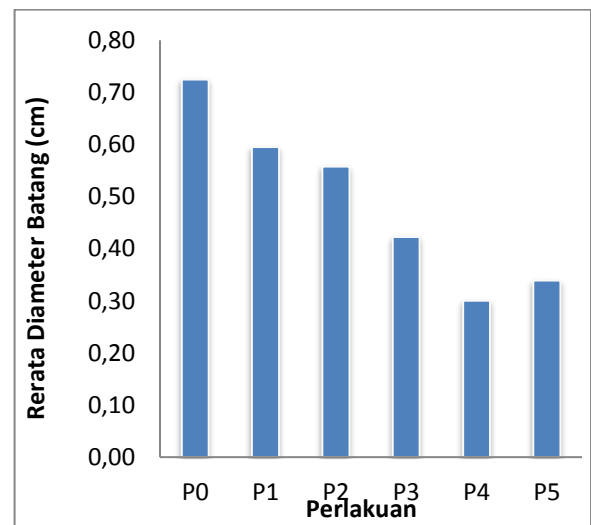
Rata rata jumlah daun tanaman tomat pada minggu keempat setelah diberi perlakuan menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman tomat mengalami penurunan setelah pemberian mulsa daun pisang kepok. Grafik di atas terlihat jumlah daun pada tanaman tomat yang tertinggi terdapat pada perlakuan P0(kontrol) tanpa pemberian mulsa daun pisang kepok. Namun terjadi penurunan sampai pada perlakuan P4 (60 gram) dan meningkat setelah perlakuan P5(70 gram). Setelah dilakukan analisis ragam bahwa perlakuan mulsa daun pisang kepok memberikan pengaruh terhadap banyaknya jumlah daun pada tanaman tomat. Berdasarkan uji BNT taraf 5%, menunjukkan bahwa perlakuan P0(kontrol) berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, P4 dan P5. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan P0 (Kontrol) merupakan perlakuan yang terbaik terhadap jumlah daun terbanyak pada tanaman tomat.

Menurut Goldsworthy dan Fisher (1996) Proses perkembangan daun merupakan hasil pembelahan sel yang diikuti dengan pembesaran sel. Pembelahan sel sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman,

apabila pertumbuhan terhambat akibat pertumbuhan akar yang terhambat maka perkembangan sel-sel daun juga akan terhambat. Hal ini dapat terlihat dari perlakuan P0 (kontrol) menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

4. Diameter Batang

Pengukuran diameter batang dilakukan di batang utama, pengukuran diameter batang ini dilakukan pada batang dengan batas ketinggian 3 cm dari permukaan tanah. Pengukuran diameter batang ini dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran diameter batang dilakukan pada minggu keempat atau minggu terakhir setelah diberikan perlakuan mulsa daun pisang kepok.



Gambar 10. Rata rata diameter batang pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok.

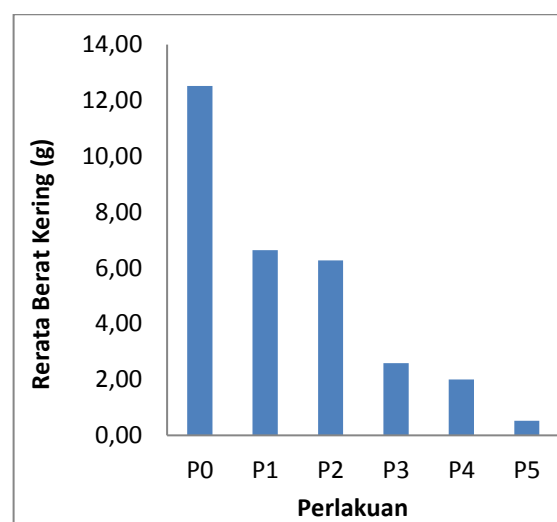
Rata rata diameter batang pada tanaman tomat pada minggu keempat setelah perlakuan P0 (Kontrol) menunjukkan kecenderungan, mengalami penurunan diameter batang setelah diberi perlakuan mulsa daun pisang kepok. Terjadi penurunan

sampai pada perlakuan P4 (60 gram) dan meningkat sedikit pada perlakuan P5 (70 gram). Setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa P0 merupakan perlakuan terbaik pada tanaman tomat. Pemberian mulsa daun pisang kepok pada tanaman tomat memberikan pengaruh terhadap diameter tanaman dari minggu pertama perlakuan hingga minggu terakhir atau minggu keempat setelah perlakuan. Diameter batang tanaman tomat yang mempunyai pengaruh paling baik adalah P0 setelah 4 minggu perlakuan. Hal ini diduga pemberian mulsa daun pisang kepok menyebabkan kandungan air semakin sedikit namun kandungan alelokimia semakin tinggi. Hal ini diduga pemberian mulsa daun pisang kepok menyebabkan kandungan air semakin sedikit namun kandungan alelokimia semakin tinggi. Berdasarkan penelitian Ismaini (2015) pemberian ekstrak daun *Clidemia hirta* menghambat pertumbuhan batang dan akar *Impatiens platypetala* karena ekstrak akuades daun *clidemia hirta* mengandung senyawa alelokemik yang larut di dalam akuades, antara lain senyawa fenolik dan turunannya.

Hal ini juga didukung oleh pernyataan Einhellig (1995) yang menyatakan bahwa senyawa fenolik yang bersifat toksik diserap oleh membran sel, sehingga dapat menyebabkan terjadinya penghambatan pembelahan sel-sel akar dan batang. Beberapa senyawa alelopati yaitu senyawa fenol dan derivatnya seperti kumarin, asam sinamat, asam benzoat dapat menghambat pembelahan sel-sel tumbuhan, menurunkan daya permeabilitas membran sel, menghambat aktivitas enzim, dan menyebabkan kerusakan hormon IAA dan Giberelin.

5. Berat kering

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa, perlakuan pemberian air pada berat kering tanaman tomat berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$. Dari rata rata berat kering tanaman dapat dilihat bahwa perlakuan P0 (kontrol) atau tanpa pemberian mulsa berpengaruh nyata adalah perlakuan P0 yang memiliki berat kering tertinggi yaitu 16,00 gram dan perlakuan yang memiliki berat kering terendah adalah perlakuan P4 dengan berat 6,00 gram.



Gambar 11. Rata rata berat kering pada berbagai dosis perlakuan mulsa daun pisang kepok.

Menurut Toto Suharyanto (2009) Hal ini menunjukkan dengan adanya pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman dan jumlah daun) pada perlakuan P4 yang memberikan hasil lebih rendah dari perlakuan selang sehari penyiraman maupun perlakuan lainnya. Kekurangan air akan mengganggu keseimbangan kimiawi dalam tanaman yang berakibat proses-proses fisiologis berjalan tidak normal. Apabila keadaan ini berjalan terus, maka akibat yang terlihat, misalnya tanaman kerdil, layu, produksi rendah, kualitas turun dan sebagainya

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini terdapat efek penghambatan pemberian mulsa daun pisang kepok terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, berat kering tanaman dan panjang akar tanaman tomat serta berpotensi sebagai bioherbisida.

REFERENSI

- Ariani, S., 2003. Peranan *Thricoderma harzianum* terhadap Kecepatan Dekomposisi Berbagai Sumber Dalimartha, S dan A. Felix. 2011. Khasiat buah dan sayur. Cetakan ke 2. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Darwin, C.S., Knapp, S. dan Peralta, E.I. 2003. Taxonomy of Tomatoes in the Galapagos Islands: Native and Introduced Species of *Solanum Section Lycopersicon (Solanaceae)*. Systematic and biodiversity. 1(1): 29-53.
- Dezseo, N., R. Herrera, G. Escalante, and E. Briceno. 1998. Mass and nutrient loss of fresh plant biomass in a small black-water tributary of Caura river, Venezuelan Guayana. Biogeochemistry, 43 : 197 – 210.
- Doring T., U. Heimbach, T. Thieme, M. Finckch, dan H. Saucke. 2006. Aspect of Straw Mulching in Organic Potatoes- I, Effects on Microclimate, *Phytophthora Infestans*, and *Rhizoctonia solani*. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 58 (3):73-78.
- Goldsworthy, P.R. dan N.M. Fisher. 1996. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hutahaean, E.E., Kusmana, C. and Dewi, H.R. 1999. Study on Growth Capability of Mangrove Forest Seedling of *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza* and *Avicennia marina* Species on Various levels of Salinity. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 5 (1): 77-85.
- Bahan Organic dan Kualitas Kompos yang Dihasilkannya. Padang: Skripsi Sarjana Pertanian Universitas Andalas.
- Budi, S dan Kamini. 2011. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Penggunaan Pupuk Pada Usahatani Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) di Desa Bangunrejo Kecamatan Tenggara Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal EPP*. 8(2) : 18-27.
- Heddy, S. 1990. Biologi Pertanian: Tinjauan Singkat tentang Anatomi, Fisiologi, Sistematika, dan Genetika Dasar Tumbuh-tumbuhan. Rajawali Press. Jakarta. 282 hlm.
- Ismaini, L. 2015. pengaruh Alelopati tumbuhan Invasif (*Clidemia hirta*) Terhadap Germinasi Biji Tumbuhan Asli (*Impatiens platypetala*). *Pros.Sem.Nas.Masy.Biodiv.* 1(4) : 834-837.
- Prihatini, R. I. 2008. Analisa Kecukupan Panas Pada Proses Pasteurisasi Santan. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Purwati. 2008. Budidaya Tomat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rice E.L. 1984. *Allelopathy*. Academic Press, Inc., New York.
- Sitompul, S. M dan B. Guritno. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 421 hal.
- Sumarni, N., dan A. Hidayat. 2005. Budidaya Bawang Merah. Panduan Teknis PTT Bawang Merah No. 3. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bandung.
- Suharyanto, Toto. (2009). Asuhan Keperawatan Pada Klien Dengan Gangguan Sistem Perkemihan. Jakarta : TIM

Identifikasi Lalat di Area Penggembalaan Gajah Sumatera (*Elephas Maximus Sumatranus*) di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas

¹⁾Siti Alfiyah ¹⁾ Nismah Nukmal ¹⁾ Elly L. Rustiati ²⁾ Raden Wisnu Nurcahyo

¹⁾ Universitas Lampung, Jln. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

²⁾ Universitas Gadjah Mada, Jln. Fauna No. 2 Karangmalang Yogyakarta

E-mail:sitialfiyah131@gmail.com

ABSTRACT

Flies are able to transmit diseases to the sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus*) at the Elephant Training Center of Way Kambas National Park. The disease can be transmitted by flies through vomit drops, feces or bites. The purpose of this research is to find out the types of flies in the Sumatran elephant grazing area at the Elephant Training Center of Way Kambas National Park. This research was carried out under the TFCA Sumatra, Vesswic and FKH UGM programs with the aim of supporting the implementation of the activity entitled "Improving the Quality of Management of Fostered Sumatran Elephants in Sumatera". This research was conducted on 11December 2018 – 20 February 2019 at the Elephant Training Center of Way Kambas National Park. Sumatran elephant sample selection was done by purposive sampling and flies sample were captured using the NZ-1 fly trap. Sampling of flies is carried out at intervals two hours once starting at 08.00-10.00 WIB, 10.00-12.00 WIB, 12.00-14.00 WIB and 14.00-16.00 WIB. The results founded 12 species of flies from 4 main families namely *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Neomyia* sp, *Eudasyphoria* sp included in the Family Muscidae, *Tabanus* sp, *Tabanus optatus*, *Tabanus megalops*, *Chrysops dispar*, *Chrysops fasciata* included in Family Tabanidae, *Chrysomya megacephala* and *Stomorhina discolor* included in Family Calliphoridae, and *Sarcophaga* sp flies included in Family Sarcophagidae.

Keywords: flies, grazing areas, sumatran elephant.

PENDAHULUAN

Lalat merupakan salah satu organisme ektoparasit yang sering mengganggu aktivitas gajah sumatera binaan di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas. Aktivitas lalat di sekitar satwa dapat menyebabkan miasis, iritasi, peradangan dan berbagai reaksi alergi lainnya sehingga menyebabkan stres dan berat badan hewan menjadi menurun (Hadi dan Soviana, 2010).

Selain sebagai serangga pengganggu, lalat dapat berpotensi sebagai vektor penyakit pada gajah sumatera karena lalat hidup pada lingkungan yang kotor seperti

pada kotoran hewan ataupun pada tumpukan sampah yang banyak mengandung organisme patogen. Lalat mampu mentransmisikan patogen melalui vomit drops, gigitan, feses ataupun bagian tubuh lalat yang telah terkontaminasi patogen (Sigit, 2006).

Selain sebagai vektor penyakit, gigitan lalat penghisap darah dapat menyebabkan luka pada kulit gajah sehingga dapat memicu reaksi alergi dan infeksi mikroba. Menurut Hopla dkk. (1994), gigitan lalat penghisap darah yang berkelanjutan dapat menyebabkan anemia pada hewan, penurunan berat badan serta melemahnya sistem kekebalan tubuh hewan

tersebut. Melemahnya sistem kekebalan tubuh ini dapat menyebabkan hewan yang dikonservasi mudah terserang penyakit.

Penelitian ini dilakukan di PLG TNWK dimana di area tersebut terkadang masih ditemukan kerbau rawa milik masyarakat yang masuk ke dalam area konservasi (PLG). Kerbau-kerbau tersebut dikhawatirkan dapat menularkan berbagai penyakit pada gajah sumatera binaan di PLG melalui perantara lalat (transmisi mekanis). Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui keragaman spesies lalat di area penggembalaan gajah sumatera di PLG TNWK.

METODE

A. Pengambilan Sampel Lalat

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan pada tanggal 11 Desember 2018 - 18 Desember 2018 di PLG TNWK. Sedangkan proses identifikasi sampel lalat dilakukan pada tanggal 3 Januari 2019 - 20 Februari 2019 di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Pemilihan sampel gajah sumatera dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* dimana sampel gajah sumatera dipilih berdasarkan jenis kelamin dan umur yang sama/berdekatan. Sampel lalat ditangkap dengan menggunakan NZ-1 fly trap yang dipasang dengan jarak ± 10 meter dari gajah sumatera. Perangkap tersebut dipasang dengan ketinggian ± 10 cm dari permukaan tanah. Sampel lalat diambil setiap 2 jam sekali yaitu dimulai pada pukul 08.00-10.00 WIB, 10.00-12.00 WIB, 12.00-14.00 WIB dan 14.00-16.00 WIB. Sampel lalat yang telah diperoleh selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diisi dengan kapur barus sebagai pengawet kering dan kemudian disimpan ke dalam kulkas. Lalat yang telah didapat kemudian diidentifikasi.

B. Identifikasi Lalat

Lalat yang telah diperoleh, diamati ciri morfologinya dengan menggunakan mikroskop stereo. Lalat kemudian diidentifikasi dengan menggunakan beberapa buku panduan identifikasi diantaranya yaitu Tumrasvin dan Satoshi (1978), Borror dkk. (1992), Carvalho dan Mello (2008), Philip (2007), serta Maity dkk. (2017).

C. Analisis data

Data lalat yang telah diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan 12 spesies lalat di area penggembalaan gajah sumatera di PLG TNWK yang masuk ke dalam 4 family utama yaitu Muscidae, Tabanidae, Calliphoridae dan Sarcophagidae. Spesies-spesies lalat tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.













B. Pembahasan





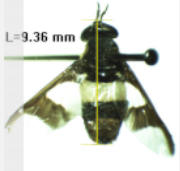





Karakteristik morfologi setiap spesies lalat yang didapat (Tabel 1) yaitu sebagai berikut:

1. *Musca domestica*

Lalat *M. domestica* merupakan salah satu serangga yang tersebar secara kosmopolitan di seluruh dunia. Panjang tubuh lalat *M. domestica* jantan berkisar antara 5,8-6,5 mm sedangkan pada lalat *M. domestica* betina 6,5-7,5 mm (Carvalho dan Mello-Patiu 2008). Lalat *M. domestica* memiliki ukuran kepala relatif besar dengan mata majemuk yang menyatu pada lalat jantan sedangkan pada lalat betina mata

Tabel 1. Jenis-jenis lalat pada gajah sumatera di PLG Taman Nasional Way Kambas

No.	Family	Nama spesies	Gambar sampel	Gambar referensi
1	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		 (Merritt dkk., 2003)
2		<i>Neomyia</i> sp		 (Falk, 2016)
3		<i>Eudasyphora</i> sp		 (Falk, 2016)
4		<i>Stomoxys calcitrans</i>		 (Putri, 2013)
5	Tabanidae	<i>Tabanus optatus</i>		 (Walker, 1857)
6		<i>Tabanus megalops</i>		 (Wiedemann, 1821)

7		<i>Tabanus</i> sp		 (Desquesnes dkk.2018)
8		<i>Chrysops</i> <i>dispar</i>		 (Maity dkk.,2017)
9		<i>Chrysops</i> <i>fasciata</i>		 (Mazaya, 2018)
10	Calliphoridae	<i>Chrysomya</i> <i>megacephala</i>		 (Putra, 2016)
11		<i>Stomorhina</i> <i>discolor</i>		 (Moophayak dkk., 2017)
12	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp		 (Sinaga, 2014)

majemuknya terpisah oleh ruang muka. Pada bagian thorax, lalat *M. Domestica* terdapat pada bagian tengah abdomennya. Lalat *M. domestica* memiliki antena yang terdiri dari 3 ruas, memiliki probosis

tumpul dengan bagian ujungnya yang melebar. Lalat

ini memiliki sayap transparan dengan venasi sayap M_{1+2} membentuk lengkungan sudut yang tajam serta venasi sayap R_5 tertutup pada bagian distal (Sembel, 2010).

2. *Neomyia* sp

Menurut Pont (2012), lalat ini memiliki ciri-ciri ukuran tubuh berkisar antara 8-10 mm, thorax dan abdomen berwarna hijau kekuningan metalik, *front* lalat berwarna hijau metalik dengan antena berwarna putih. Lalat *Neomyia* sp memiliki *femur* dan *tarsus* berwarna hitam sedangkan *tibianya* berwarna hitam keabu-abuan. Venasi sayap lalat *Neomyia* sp hampir menyerupai venasi sayap lalat *Lucilia* sp. Perbedaannya hanya terdapat pada venasi M pada sayap, dimana lalat *Neomyia* sp memiliki venasi M yang lebih lurus sedangkan pada lalat *Lucilia* sp venasi M sayapnya lebih melengkung tajam.

3. *Eudasyphora* sp

Lalat *Eudasyphora* sp memiliki thorax dan abdomen berwarna hijau/biru metalik, terdapat 2 garis longitudinal gelap pada permukaan thoraxnya. Sekilas, lalat ini memiliki kemiripan dengan lalat *Lucilia* dari family *Calliphoridae* yaitu sama-sama memiliki tubuh berwarna hijau metalik. Perbedaannya terletak pada venasi M_{1+2} sayap. Venasi M_{1+2} pada sayap lalat *Eudasyphora* sedikit melengkung bahkan cenderung lurus sedangkan vena sayap M_{1+2} pada lalat *Lucilia* lebih tajam. Lalat jenis ini memiliki tipe mulut penjilat (Naturespot, 2011).

4. *Stomoxys calcitrans*

Lalat *S. calcitrans* memiliki warna tubuh abu-abu dan memiliki 4 garis longitudinal pada bagian thoraxnya. Pada bagian abdomennya terdapat noktah berwarna hitam atau coklat yang simetris

memiliki 4 garis hitam longitudinal. Abdomen lalat *M. domestica* berwarna abu-abu atau coklat tua dengan garis hitam

pada bagian segmen abdomen 3 dan 4 (Masmeatathip dkk., 2006). Venasi sayap lalat *Stomoxys* ini tidak menyatu pada bagian M_{1+2} dan R_{4+5} . Lalat ini memiliki probosis tipe penusuk dan penghisap serta palpi yang berukuran kurang dari setengah ukuran probosisnya (Putra, 2016).

5. *Tabanus optatus*

Lalat *T. optatus* dewasa memiliki wajah yang ditutupi oleh rambut halus berwarna putih, subkalus berwarna putih dan *tomentum* berwarna coklat. Basal kalus lalat ini berbentuk seperti botol dengan perpanjangan kalusnya hingga mencapai *vertex*. Tubuh lalat ini dominan berwarna coklat kemerahan dengan bagian posterior tubuhnya berwarna lebih gelap. Pada bagian thoraxnya, terdapat 3 garis longitudinal berwarna merah kecoklatan. Lalat ini memiliki *femur* berwarna coklat sedangkan *tibia* dan *tarsusnya* berwarna hitam. Lalat jenis ini memiliki pita berwarna coklat gelap yang menyilang pada bagian tengah margin sayapnya dan pada bagian median abdomennya terdapat noktah berwarna putih. Lalat dewasa biasanya memiliki ukuran tubuh berkisar antara 15-18 mm.

6. *Tabanus megalops*

Lalat ini memiliki wajah yang ditutupi oleh rambut berwarna abu-abu putih, antena kuning kemerahan dengan warna hitam pada bagian apeksnya. Subkalus lalat berwarna abu-abu putih sedangkan basal kalusnya berwarna coklat gelap/hitam dengan perpanjangan kalusnya mencapai bagian *vertex*. Lalat *T. megalops* memiliki *Ocelli* yang mengalami rundimenter dan hanya berbentuk titik pada bagian verteks. Pada bagian thoraxnya lalat *T. megalops* memiliki 3 buah garis longitudinal berwarna putih dan *Spirakel* anteriornya berwarna kekuningan.

Abdomen lalat *T. megalops* berwarna kecoklatan dan terdiri dari 3 buah garis. Garis median abdomen mencapai segmen abdomen ke-7 dan kedua garis lateral andomennya mencapai segmen abdomen ke-5 (Maity (2017)).

7. *Tabanus* sp

Spesies lalat yang termasuk dalam Family Tabanidae ini memiliki tubuh berwarna abu-abu kehitaman yang ditutupi oleh rambut-rambut halus berwarna putih pada bagian permukaannya. Subkalus dan basal kalus lalat *Tabanus* sp berwarna hitam. Basal kalus lalat ini berbentuk oval dengan perpanjangan kalusnya tidak mencapai bagian *vertex*. Lalat *Tabanus* sp memiliki maksila yang tajam serta probosis yang pendek yang digunakan untuk merobek dan menghisap darah dari kulit inangnya. Sayap bagian basal hingga bagian R₂₊₃ berwarna kuning kecoklatan. *Femur* dan *tibia* lalat ini berwarna putih kekuningan sedangkan bagian *tarsus*nya berwarna hitam.

8. *Chrysops dispar*

Lalat *C. dispar* dewasa memiliki ukuran tubuh berkisar antara 7-10 mm. Lalat ini memiliki ciri khusus yang mudah untuk dikenali yaitu berupa tanda berwarna hitam berbentuk V yang terdapat pada bagian abdomen. Tanda ini biasanya terdapat pada segmen abdomen kedua dan ketiga atau terkadang tanda tersebut meluas hingga segmen abdomen keempat (Maity dkk., 2017). Thorax *C. dispar* berwarna hitam atau coklat dengan rambut berwarna keemasan terdapat pada bagian tepi thoraxnya. Antena lalat ini ramping dan panjang dengan bagian flagellum antena berwarna hitam. Pada bagian sayap *C. dispar* terdapat pita berwarna coklat yang memanjang dari bagian pangkal (basal) hingga ke bagian apeks sayap serta terdapat pita berwarna coklat dengan ukuran yang lebih besar yang menyilang pada bagian tengah margin sayap.

9. *Chrysops fasciata*

Lalat *C. fasciata* memiliki *front* berwarna coklat kekuningan. Thorax lalat *C. fasciata* berwarna hitam dengan rambut keemasan terdapat pada bagian tepinya. Abdomen lalat ini terdiri dari 3 warna yaitu hitam, putih dan coklat kemerahan. Segmen abdomen pertama berwarna putih dengan sedikit warna hitam pada bagian atas segmen sedangkan pada segmen abdomen kedua berwarna putih dengan warna hitam terdapat pada bagian bawah segmen dan terdapat warna coklat kemerahan kontras pada bagian segmen abdomen ke 4, 5 dan 6 (Mazaya, 2018). Lalat *C. fasciata* memiliki pola/corak sayap yang sama dengan corak sayap lalat *C. dispar*, perbedaannya hanya terletak pada warna pitanya saja. Pita sayap lalat *C. fasciata* berwarna lebih gelap dibandingkan dengan pita pada sayap lalat *C. dispar*. Lalat *C. fasciata* memiliki *femur* dan *tibia* berwarna coklat kehitaman dengan bagian *tarsus* berwarna coklat kemerahan.

10. *Chrysomya megacephala*

Lalat *C. megacephala* memiliki pipi berwarna kuning kecoklatan, dengan mata majemuk yang menyatu (holoptik) pada lalat jantan sedangkan pada lalat betina mata majemuknya saling terpisah (dikoptik). Lalat *C. megacephala* memiliki spirakel anterior berwarna hitam kecoklatan dan *lower squama* berwarna gelap. Pada bagian abdomennya, lalat *C. megacephala* memiliki garis hitam yang memisahkan setiap segmen abdomennya. Menurut Hadi dan Soviana (2010), lalat *C. megacephala* memiliki ukuran tubuh sekitar 1,5 kali dari lalat rumah serta memiliki sayap yang transparan dengan venasi sayap yang jelas.

11. *Stomorhina discolor*

Lalat *S. discolor* dewasa memiliki panjang tubuh berkisar antara 4,8- 9 mm. Lalat *S. discolor* memiliki mata majemuk dengan pola garis berwarna ungu

(Moophayak dkk., 2017). Thorax berwarna hitam dengan noktah putih berukuran kecil tersebar pada bagian permukaannya. Sayap lalat *S. discolor* transparan dengan bintik gelap pada bagian apikalnya. Abdomen lalat *S. discolor* terdiri dari 4 segmen. Pada segmen abdomen 1-3 terdapat warna orange kontras sedangkan pada segmen abdomen ke 4 berwarna hitam.

12. *Sarcophaga* sp.

Tubuh lalat *Sarcophaga* sp berwarna abu-abu tua dengan ukuran tubuh berkisar antara 6-14 mm, memiliki 3 garis hitam longitudinal pada permukaan thoraxnya, *lower squama* berwarna putih, kaki lalat berwarna hitam dan memiliki corak abdomen yang menyerupai corak papan catur (Hadi dan Soviana, 2010).

Potensi Lalat sebagai Vektor Penyakit

Spesies lalat tertentu dapat berperan penting dalam mentransmisikan organisme patogen dari satu hewan ke hewan lainnya. Kelompok lalat penghisap darah misalnya *Tabanus* sp, *Chrysops* sp, dan *Stomoxys* sp dapat menjadi vektor mekanis penularan virus, bakteri, ataupun protozoa patogen dari kerbau milik masyarakat desa penyangga ke gajah sumatera binaan ataupun sebaliknya. Hal tersebut dikhawatirkan dapat menimbulkan epidemi penyakit tertentu pada gajah sumatera binaan di PLG TNWK sehingga kelestarian dan keberhasilan konservasi gajah sumatera binaan di lokasi tersebut menjadi terancam. Selain itu spesies lalat lainnya seperti lalat *Chrysomya megacephala*, *Sarcophaga* sp, *Eudasyphora* sp dan *Musca domestica* dapat menyebabkan miasis pada gajah sumatera binaan di PLG TNWK. Untuk itu, diperlukan upaya untuk menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan daerah konservasi serta upaya pelarangan pelepasliaran hewan ternak milik masyarakat desa penyangga sehingga transmisi penyakit ke gajah sumatera binaan di PLG TNWK melalui vektor lalat

ataupun serangga penghisap darah lainnya dapat diminimalisir. Selain itu, kegiatan survey penyakit dan pengecekan kesehatan pada gajah sumatera penting dilakukan secara rutin sehingga gangguan kesehatan pada gajah sumatera akibat infeksi patogen berbahaya dapat dideteksi sejak dini.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ditemukan 12 spesies lalat di area penggembalaan gajah sumatera di PLG TNWK yaitu *Musca domestica*, *Neomyia* sp, *Eudasyphora* sp, *Stomoxys calcitrans*, *Tabanus optatus*, *Tabanus megalops*, *Tabanus* sp, *Chrysops dispar*, *Chrysops fasciata*, *Chysomya megacephala*, *Stomorphina discolor* dan *Sarcophaga* sp.

REFERENSI

- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and Johnson N.F. 1992. *An introduction to the insect* terjemahan Partosoedjono, S. Dan Mukayat, D.B. Gajah Mada University Press. Yogyakarta : XVIII + 1009 hlm.
- Carvalho, J. B.de., dan Mello, R. P. de. 2008. *Key to The Adults The Most Common Forensic Species of Diptera in South America*. *Revista Brasileira de Entomologia*. 52(3): 390-406.
- Desquesnes, M., Holzmüller, P., De-Hua Lai, Dargantes, A., Zhao-Rong L., dan Jittaplapong, S. 2013. *Transmission of Pathogens by Stomoxys Flies (Diptera : Muscidae)*, US National Library of Medicine, National Institutes of Health.
- Falk, S. 2016. *British Blowflies (Calliphoridae) and Woodlouse Flies*. Draft key to British

- Calliphoridae and Rhinophoridae. Inggris.
- Hadi, U. K., dan Soviana, S. 2010. *Ektoparasit: Pengenalan, identifikasi dan Pengendaliannya*. IPB Press. Bogor.
- Hopla C.E., Durdan LA, Keirans J.E. Ectoparasites and classification. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 13 (4): 985-1017.
- Maity, Aniruddha, Naskar, Atanu, Homechaudhuri, Sumit, Banerjee dan Dhriti. 2017. Taxonomic Accounts of Horse flies (Insecta : Diptera : Tabanidae) of West Bengal. *Rec. zool. Surv. India, Occ. Paper No.*, 381: 1-112.
- Masmeatathip R., Ketavan C., Duvallet G. 2006. Morphological studies of *Stomoxys* spp. (Diptera: Muscidae) in Central Thailand. *Kasetsart J.* 40(4):872-881.
- Mazaya A. 2018. Ragam Jenis Lalat Penghisap Darah Di Suaka Rhino Sumatera dan Potensinya sebagai Pengganggu dan Vektor Penyakit Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*). *Skripsi*. ITB. Bogor.
- Moophayak K., Sangob S., Tarinee C., Kom, S., Hiromu, K., Kkabkew, L.S., Roy, C. V., dan Nophwan, B. 2017. *Morphological Characteristics of Terminalia of the Wasp-Mimicking Fly, Stomorhina discolor (Fabricius)*. *Insect Journal* Hal .2.
- Naturespot. 2011. *Eudasyphora cyanella*. <https://www.naturespot.org.uk/species/eudasyphora-cyanella>. Diakses pada tanggal 27 Maret 2019, pukul 08.17 WIB.
- Philip, C. B. 2007. *The Philippine Expedition :Tabanidae (Diptera)*. National Research Council Canada. Canada.
- Pont, C. A. 2012. *Muscoidea (Fanniidae, Anthomyiidae, Muscidae) describe by P. J. M. Macquart (Insecta, Diptera)*. *Zoosyterna* 34(1):39-111.
- Putri, Y. P. 2015. *Keanekaragaman Spesies Lalat (Diptera) dan Bakteri Pada Tubuh Lalat di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) dan Pasar*. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas* 12 (2) : 79-78.
- Putra, A. K. 2016. Ragam Jenis dan Aktivitas Lalat di Kawasan Usaha Peternakan sapi Perah Cibungbulang Kabupaten Bogor. *Skripsi*. ITB. Bogor.
- Sigit S. H. 2006. Masalah hama permukiman dan falsafah dasar pengendaliannya. Dalam: Sigit SH, Hadi UK, editor. *Hama Permukiman Indonesia, Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tumrasvin, W. dan Satoshi S. 1978. *Studies And Medically Important Flies In Thailand V. On 32 Species Belonging To The Subfamilies Muscinae And Stomoxynae Including In Taxonomic Keys (Diptera :Muscidae)*. *BuletinOf Tokyo Medical And Dental University*. Tokyo.
- Sinaga, I. S. 2014. Keragaman Lalat Diptera Pada Bangkai Kelinci di dalam Ruangan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Walker, F.1859. Catalogue of the Dipterous Insect Collected at Makessar in Celebes, by Mr. A. R. Wallace, with Descriptions of New Species. *Journal of the Proccedings of the Linnean Society (Zoology)*.4,97-144.
- Wiedemann, C.R.W., 1821. *Diptera exotica*. Kiliae. 1: xix + 244 pp.

Identifikasi Lalat di Lokasi Penggembalaan Kerbau Rawa (*Bubalus bubalis carabanesis*) di Desa Braja Harjosari Kecamatan Braja Selehah Lampung Timur.

Fadhillah Khairani¹⁾, Nismah Nukmal²⁾, R. Wisnu Nurcahyo³⁾, Elly L. Rustiati.⁴⁾

^{1,2,4)} Universitas Lampung

³⁾ Universitas Gadjah Mada

Email: fadhillahgandawijaya@gmail.com

ABSTRACT

Swamp buffaloes are often maintained in Braja Harjosari Village, the presence of swamp buffalo cannot be separated from the presence of flies. Flies can be a vector of transmission of various diseases to humans and livestock. The purpose of this study was to identify the types of flies found at buffalo grazing sites in the Braja Harjosari Village, Braja Selehah District, East Lampung and environmental factors that influence the activity of these flies. This research is under TFCA Sumatra, Consortium Vesswic, and UGM FKH program with the aim to support the implementation of the activity entitled "Improving the Quality of Management of Assisted Sumatran Elephants in Sumatra". This research was conducted in December 2018-February 2019. The method used was purposive sampling by taking samples of flies at the location of oil palm plantations belongs to Mr. Sajuri, located in hamlet VIII. The swamp buffalo used amounted to 6 consisting of 3 males and 3 females of the same age. Flies sampling was carried out for 3 days, every 2 hours starting at 08.00-16.00 WIB, using the New Zealand 1 fly trap, and identified in the Zoology Laboratory of the Department of Biology FMIPA University of Lampung. The results of this study found 2 family flies consisting of Muscidae represented by 4 species, namely *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Neomyia* sp., *Neomyia lauta*, and the Tabanidae family represented by 3 species, namely *Tabanus tenens*, *Tabanus rubidus*, *Tabanus optatus*. The number of trapped flies was higher at an average temperature of 28.00oC.

Key words: BrajaHarjosari, flies, swamp buffalo

PENDAHULUAN

Lalat merupakan salah satu vektor pembawa penyakit yang dapat mengganggu kenyamanan hidup ternak. Lalat dikelompokkan menjadi 2 tipe yaitu lalat penghisap darah seperti *Tabanus*, *Stomoxys*, *Haematopota*, *Haematobia*, *Chrysops*, dan lalat bukan penghisap darah seperti *Musca*, dan *Hydrotaea* (Ahmad dkk., 2005).

Desa BrajaHarjosari merupakan salah satu dari 37 desa penyangga, letaknya di Kecamatan BrajaSelehah, Lampung Timur. Adanya desa penyangga dapat memberikan dampak positif bagi masyarakat karena adanya ekowisata, sebaliknya dapat juga memberikan dampak negatif bagi gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*), karena masih banyak warga yang melepasliarkan kerbaunya di kawasan Taman Nasional Way Kambas (TNWK),

dikarenakan lahan TNWK yang luas dan kaya akan rumput (Perry dan Rich, 2007). Dikhawatirkan kerbau rawa tersebut dapat menyebabkan gajah sumatera terjangkit penyakit yang disebabkan virus dari kotoran kerbau (Subakir, 2016).

Kerbau rawa (*Bubalus bubalis carabanesis*) merupakan hewan ternak yang dapat menjadi sumber perekonomian bagi masyarakat di desa penyangga dan sebagai alternatif pengganti daging sapi (Duta Lampung, 2016). Menurut Perry dan Rich (2007) saat kerbau rawa terserang penyakit dampaknya akan sangat terasa bagi masyarakat, salah satu penyebab serangan penyakit pada kerbau ialah gigitan dari lalat terutama lalat penghisap darah. Gigitan dari lalat tersebut dapat membuat ketidaknyamanan yang dapat menurunkan nafsu makan kerbau, sehingga mengalami penurunan bobot berat badan (Khoobdel

dkk., 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis lalat di lokasi penggembalaan kerbau rawa Desa Braja Harjosari, Kecamatan Braja Selehah, dan juga faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi aktivitas lalat tersebut.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilaksanakan bulan Desember 2018-Februari 2019. Pengambilan sampel lalat dilakukan di Dusun VIII, Desa BrajaHarjosari, Kecamatan Braja Selehah, Lampung Timur. Lalat yang didapat diidentifikasi di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Alat-alat yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah New Zealand 1 (NZ 1) *fly trap*, plastik, buku catatan, kulkas, thermometer, lux meter, hygrometer, kertas label. Sedangkan alat yang digunakan untuk identifikasi yaitu, mikroskop stereo, cawan petri, *smartphone*, dan penggaris. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur barus, kerbau rawa dan lalat.

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dengan pengambilan sampel lalat dilokasi penggembalaan kerbau rawa yaitu di perkebunan kelapa sawit milik bapak Sajuri dan di padang rumput yang terletak di Dusun VIII, dusun ini berbatasan langsung dengan kawasan konservasi, dan banyak masyarakat yang memelihara kerbau

rawa. Kerbau rawa yang digunakan berjumlah 6 ekor terdiri dari 3 jantan dan 3 betina dengan umur yang sama. Pengambilan sampel lalat menggunakan perangkap NZ 1 *fly* yang diletakan dengan jarak ± 10 m dari kerbau rawa, dan ± 10 cm di atas permukaan tanah. Warna biru pada perangkap menarik lalat sehingga masuk kedalam perangkap. Pengambilan sampel lalat dilakukan selama 3 hari, dengan interval waktu 2 jam dari pukul 08.00-16.00 WIB. Saat pengambilan sampel lalat diukur suhu, intensitas cahaya, dan kelembapan udara. Lalat yang terperangkap dimasukkan kedalam plastik yang berisi kapur barus, diberi label waktu dan tempat pengambilan sampel, dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin, kemudian diidentifikasi. Lalat yang telah dikumpulkan diidentifikasi menggunakan buku Oldroyd (1954); Tumrasvin dan Shinonaga (1978); Borrordkk., (1992); Philip (2007); Carvahlo dan Mello (2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jenis lalat yang terperangkap di lokasi penggembalaan kerbau rawa (*Bubalus bubalis carabanesis*) di Desa Braja Harjosari, Kecamatan Braja Selehah, Lampung Timur

Hasil identifikasi lalat yang terperangkap di lokasi penggembalaan kerbau rawa didapatkan 7 spesies lalat dari 2 family yaitu Muscidae dan Tabanidae (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil identifikasi dan jumlah lalat yang terperangkap di lokasi penggembalaan kerbau rawa (*Bubalus bubalis carabanesis*) di Desa Braja Harjosari, Kecamatan Braja Selehah, Lampung Timur.

Taksa	Jumlah ekor	Persentase
Family muscidae		
<i>Musca domestica</i>	479	66,6%
<i>Stomoxys calsitrans</i>	204	28,4%
<i>Neomyia</i> sp.	2	0,3%
<i>Neomyia lauta</i>	2	0,3%
Total	687	95,5%
<i>Tabanus tenens</i>	25	3,5%

<i>Tabanus rubidus</i>	4	0,6%
<i>Tabanus optatus</i>	3	0,4%
Total	32	4,5%
Total Keseluruhan	719	100,0%

Lebih dari 95% lalat yang terperangkap termasuk kedalam familia Muscidae, yang didominasi oleh *Musca domestica* (Tabel 1). Banyaknya jumlah *M. domestica* yang terperangkap dikarenakan *M. domestica* termasuk lalat yang mudah untuk dijumpai dimanapun, hal ini sesuai dengan Borror dkk., (1992) *M. domestica* dapat dijumpai dibanyak tempat seperti di kandang kuda, feses hewan, peternakan sapi, dan peternakan lainnya. Sedangkan lalat *Neomyia* sp. dan *Neomyia lauta* jumlah yang terperangkap paling sedikit dengan persentase tidak mencapai 1% sedikitnya lalat *Neomyia* yang terperangkap diduga berkaitan dengan waktu pengambilan sampel lalat. Pengambilan sampel lalat dilakukan pada bulan Desember, dan saat musim penghujan berlangsung sedangkan menurut Wall dkk., (2008) puncak aktivitas *Neomyia* terjadi pada akhir bulan Agustus dan awal bulan September saat musim kemarau berlangsung.

Persentase familia Tabanidae yang terperangkap kurang dari 5% hal ini diduga karena pengambilan sampel lalat di lokasi warga menggembalakan kerbau rawa jauh dari hutan dan aliran sungai yang merupakan habitat dari *Tabanus*, hal ini selaras dengan pernyataan Kuncoro dkk., (2017) bahwa lalat *Tabanus* lebih cenderung berada di hutan yang memiliki pohon yang lebat dan dekat dengan aliran sungai.

Lalat yang ditemukan di lokasi penggembalaan kerbau rawa seperti *Musca domestica*, *Stomoxys calsitrans*, *Tabanus optatus*, *Neomyia* sp., juga ditemukan di lokasi penggembalaan gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*). Kesamaan

jenis lalat yang ditemukan ini dikhawatirkan akan terjadi penularan penyakit antara kerbau rawa dan gajah sumatera atau sebaliknya. Terutama lalat penghisap darah seperti *Tabanus optatus*, dan *Stomoxys calsitrans* yang merupakan vektor penyakit surra dan antraks. Penularan penyakit dapat terjadi dikarenakan warga yang sering menggembalakan kerbau rawanya di kawasan konservasi, yang tidak menutup kemungkinan terjadinya interaksi antara kedua hewan ini. Jika gajah sumatera yang tertular penyakit akan sangat membahayakan, karena satwa liar ini termasuk hewan yang terancam punah keberadaannya, sebaliknya jika kerbau rawa yang tertular penyakit efeknya akan terasa bagi masyarakat karena hewan ini banyak dimanfaatkan daging dan tenaganya, untuk menunjang perekonomian masyarakat sekitar.

Untuk itu masyarakat perlu pemahaman untuk tidak menggembalakan kerbau rawanya dikawasan konservasi, karena tidak hanya membahayakan gajah sumatera tetapi juga memberikan dampak negatif bagi hewan ternak mereka.

B. Pengukuran Faktor Fisik

Hasil pengukuran faktor fisik menunjukkan bahwa persentase lalat yang terperangkap lebih banyak pada hari kedua 36,38% (Tabel 2), hal ini dikarenakan hari kedua turun hujan sehingga suhu rata-rata 28,00°C (Tabel 2), menurut Ihsan dkk., (2016) bahwa suhu optimum aktivitas lalat berkisar antara 28° C.

Tabel 2. Suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya rata-rata.

Pengambilan sampel	Suhu rata-rata (oC)	Kelembaban rata-rata (%)	Intensitas Cahaya rata-rata (%)	Persentase
Hari pertama	29,00	56,50	1290,50	33,38%
Hari kedua	28,00	58,00	1480,00	36,44%
Hari ketiga	30,75	53,50	1680,25	30,18%

Sedangkan hari ketiga lalat yang terperangkap berkurang 3,20-6,26% dibandingkan hari lainnya, hal ini dikarenakan pada hari ketiga suhu lebih panas, saat suhu melebihi 30°C lalat lebih memilih beristirahat untuk menghindari penguapan cairan tubuh yang berlebihan, menurut El Zingghah (1981) lalat beristirahat pada siang hari untuk mengurangi terjadinya penguapan air dari tubuh.

Turunnya hujan di hari kedua menyebabkan kelembaban meningkat 1,5-4,5%, perbedaan kelembaban mempengaruhi persentase lalat yang terperangkap. Lalat pada umumnya aktif pada kelembaban berkisar antara 45-90% (Sucipto, 2011).

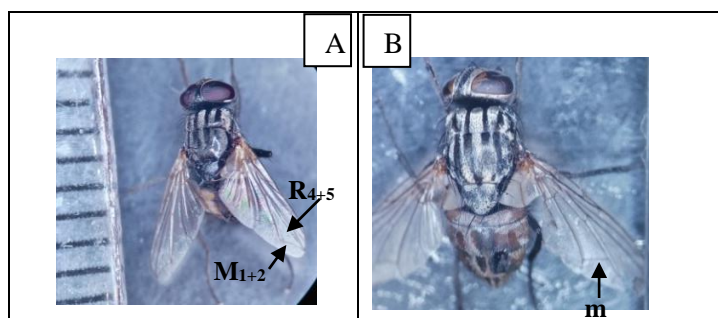
Intensitas cahaya berkaitan dengan suhu dan kelembaban. Hasil pengukuran intensitas cahaya yang didapatkan rata-rata berkisar antara 1290,50-1680,25. Menurut Klong klaew (2018) lalat dewasa aktif pada

intensitas cahaya yang berkisar antara 630-1870 lx.

C. Identifikasi lalat yang terperangkap di lokasi penggembalaan kerbau rawa

1. *Musca domestica*

Musca domestica jantan yang didapatkan memiliki ukuran tubuh 6 mm, dan *M. domestica* betina memiliki ukuran 9 mm (Gambar 1), hal ini sesuai dengan pernyataan Sembel (2009) bahwa *M. domestica* dewasa berukuran sedang dengan panjang berkisar antara 6-9 mm. *M. domestica* jantan memiliki abdomen berwarna kuning dengan garis tengah berwarna hitam, dan *M. domestica* betina berwarna kuning-jingga garis hitam berada ditengah dan di sisi lateralnya.



Gambar 1. Jantan (kiri), betina (kanan).

Venasi pada sayap menjadi salah satu penentu jenis suatu lalat menurut Borrer dan White (1970) venasi *M. domesticayaitu* vena longitudinal M_{1+2} dipersempit secara distal, vena M_{1+2} melengkung tajam mendekati vena R_{4+5} , dan vena 2A tidak

mencapai margin sayap. *M. domestica* memiliki *probosis* tipe penjilat.

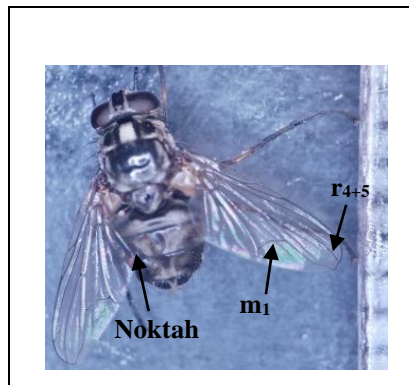
2. *Stomoxys calsitrans*

Stomoxys calsitrans yang terperangkap berukuran 6 mm dengan 4 garis vertikal pada *thorax* (Gambar 2), hal ini sesuai

dengan pernyataan Putri (2013) bahwa *S. calsitrans* memiliki ukuran tubuh berkisar antara 4-6 mm. *Thorax* berwarna abu-abu kecoklatan dengan 4 garis vertikal berwarna coklat kehitaman.

Venasi sayap yang membedakan terletak pada m_1 dan r_{4+5} memiliki pola yang sama dengan *S. calsitrans* yang ditemukan pada penelitian Syafitri (2013) yaitu vena

m_{1+2} tidak melengkung tajam, sehingga vena m_1 dan r_{4+5} tidak menyatu. Abdomen *S. calsitrans* memiliki noktah berwarna hitam ditergite ke 3 dan 4, hal ini sependapat dengan Tumrasvin dan Shinonaga (1978) bahwa tiap jenis *Stomoxys* memiliki bentuk noktah yang berbeda. *S. calsitrans* termasuk salah satu lalat jenis penghisap darah dilihat dari *probosis* yang tipe penusuk.

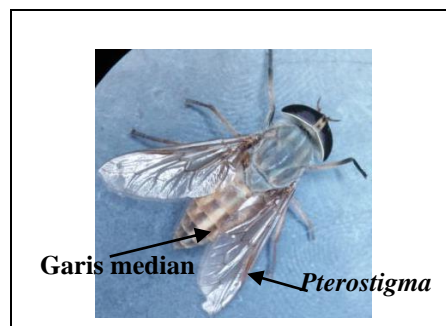


Gambar 2. *Stomoxys calsitrans*

3. *Tabanus tenens*

Tabanus tenens yang diidentifikasi berukuran sekitar 13 mm, dengan *thorax* berwarna abu-abu (Gambar 3), hal ini sependapat dengan Maity dkk., (2017) bahwa *T. tenens* memiliki ukuran tubuh berkisar antara 10-13 mm. Abdomen berwarna kecoklatan, memiliki garis median dan garis sub lateral dan terdapat titik-titik hitam, ciri ini sesuai dengan pendapat Maity dkk., (2017) bahwa abdomen *T. tenes* berbentuk *trivittate* dengan warna abdomen coklat sampai abu-abu, dengan garis median berwarna kuning pucat. Sayap *hyaline*

berukuran 12 mm. Menurut Maity dkk., (2017) *pterostigma T. tenes* berwarna kecoklatan, dengan vena urat sayap berwarna kecoklatan dan, sel kosta berwarna kekuningan. *Basal callus* berwarna merah keunguan, dengan *gena* berwarna putih, ciri tersebut sesuai dengan Maity dkk., (2017) *basal callus* berbentuk *spindle* berwarna kemerahan, dan melebar di bagian median *callus*.



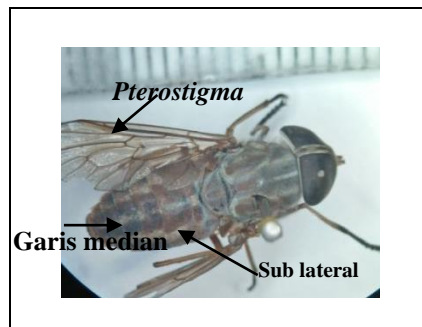
Gambar 3. *Tabanus tenens*

4. *Tabanus rubidus*

Tabanus rubidus yang didapatkan berukuran 16 mm, ciri ini sesuai dengan pernyataan Putri (2013) bahwa *T. rubidus* memiliki ukuran tubuh 5-25 mm. *T. rubidus* memiliki tubuh berwarna merah kecoklatan ciri-ciri ini sama dengan yang dikemukakan oleh Desquesnes dkk., (2018) tubuh berwarna *lillac* sampai merah kecoklatan. Abdomen *T. rubidus* memiliki garis tengah yang bergerigi dan juga terdapat garis sub lateral (Gambar 4), karakteristik ini sesuai dengan Desquesnes dkk.,(2018) abdomen *T. rubidus* terdapat 3 garis berwarna coklat kekuningan. Garis median maupun garis sub

lateral dimulai dari *tergite* 1 sampai 6 berbentuk segitiga.

T. rubidus memiliki sayap *hyaline*, sel kosta bening, vena urat sayap berwarna kecoklatan, *pterostigma* berwarna coklat, Menurut Burton (1978) bagian vena P1 terbuka. *T. rubidus* memiliki *callus* berbentuk seperti segitiga, dan berwarna coklat kemerahan. Ciri ini sesuai dengan Putra (2016) *callus* berbentuk seperti segitiga dan berbentuk linear dibagian median *callus*. *Probosis* berwarna hitam dan termasuk tipe penusuk.



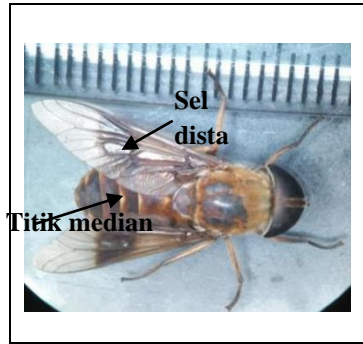
Gambar 4. *Tabanus rubidus*

5. *Tabanus optatus*

T. optatus ini memiliki ciri khas pada sayapnya yang memiliki corak berwarna coklat kehitaman (Gambar 5), ciri ini sesuai dengan pernyataan Maity dkk., (2016) bagian sayap *T. optatus* terdapat corak berwarna coklat kehitaman. *T. optatus* yang diidentifikasi berukuran sekitar 17 mm, ciri ini sesuai dengan Korespondensi Ilmiah (2002) bahwa *T. optatus* dewasa memiliki ukuran 15-18 mm. Sayap berukuran sekitar 13 mm, dan memiliki 2 warna yang berbeda, menurut Maity dkk., (2017) sel distal

berwarna coklat kekuningan, dan sel kosta sayap berwarna kuning.

Abdomen *T. optatus* berwarna coklat kemerahan, menurut Maity dkk., (2017) abdomen *T. optatus* terdapat titik median berwarna dimulai dari *tergite* ke 2, dan 2 *tergite* terakhir abdomen berwarna kehitaman di tepi. *Basal callus* berbentuk seperti segitiga kecil, menurut Maity dkk., (2016) *basal callus* berbentuk hampir seperti segitiga, dan tidak mencapai sisi margin mata. *Probosis* yang dimiliki termasuk tipe penusuk.



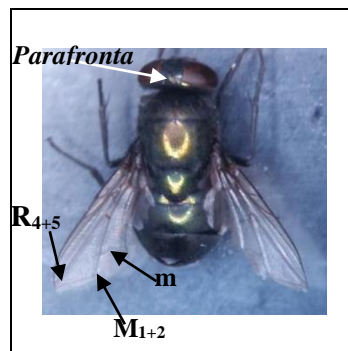
Gambar 5. *Tabanus optatus*

6. *Neomyia* sp.

Parafrontalia Neomyia sp. berwarna hijau metalik (Gambar 6), menurut Falk (2016) warna pada *parafrontalia* dapat membedakan *Neomyia* sp. dan *Lucillia*, dikarenakan kedua lalat ini memiliki warna tubuh yang sama. *Neomyia* sp. yang diidentifikasi memiliki tubuh berwarna hijau metalik, dengan ukuran tubuh ± 7 mm, ciri ini sependapat dengan Couri (2010) bahwa *Neomyia* sp. memiliki ukuran tubuh berkisar 5-7 mm. Sayap *hyaline* berukuran 7 mm, venasi sayap yang membedakannya dengan

yang lain terletak pada lengkungan vena M_{1+2} dan vena *m*, ciri tersebut selaras dengan Nihei (2009) vena sayap M_{1+2} melengkung membentuk sudut ke arah vena r_{4+5} . Menurut Couri (2010) vena *m* sangat melengkung ke depan.

Abdomen *Neomyia* sp. lebih pendek dan berbentuk oval, karakteristik ini sesuai dengan Pont (1991) bahwa *Neomyia* sp memiliki adomen berbentuk seperti bulat telur, dan pendek. Tipe *probosis* merupakan tipe penjilat.



Gambar 6. *Neomyia* sp.

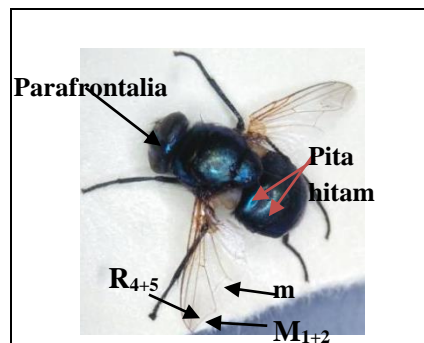
7. *Neomyia lauta*

Neomyia lauta yang diidentifikasi berukuran sekitar 8 mm, *thorax* berwarna biru metalik dengan sedikit kehijauan, ciri tersebut sesuai dengan Tumrasvin dan Shinonaga (1978) *N. lauta* memiliki ukuran tubuh 5-8 mm, dengan *thorax* berwarna ungu-biru. Abdomen *N. lauta* berwarna hijau metalik-biru dengan terdapatnya pita hitam pada abdomen, menurut Tumrasvin dan

Shinonaga (1978) abdomen *N. lauta* berwarna hijau metalik sampai hijau keunguan dengan pita gelap yang terletak di abdomen pada *tergite* 3 dan 4. *N. lauta* memiliki ciri khas yaitu *parafrontalia* berwarna hijau-biru (Gambar 7). Sayap *hyaline* berukuran 7 mm, yang membedakan hanya pada vena M_{1+2} dan vena *m* menurut Tumrasvin dan Shinonaga (1978) *N. lauta*

memiliki vena berwarna coklat muda, vena M_{1+2} membentuk sudut halus kearah R_{4+5} ,

sel basal berwarna orange-kekuningan.



Gambar 7. *Neomyia lauta*

KESIMPULAN

Lalat yang terperangkap terdiri dari 2 familia yaitu Muscidae dan Tabanidae. Persentase lalat yang terperangkap lebih banyak pada suhu $28,00^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 58,00%, dan intensitas cahaya 1480,00 lx.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan kepada TFCA Sumatera, Konsorsium Vesswic, FKH UGM atas hibah penelitiannya, serta kepada Bapak Munir, Bapak Hada, Ibu Nuni, Bapak Salam, Bapak Kusno, Bapak Koyidi, Bapak Sajuri atas bantuannya dalam pengambilan lalat, peminjaman kerbau rawa, dan menggunakan lahan perkebunan kelapa sawit.

REFERENSI

- Alfiyah, S., Nukmal, N., Nurcahyo, W. R., dan Rustiati, E. L. 2019. *Keragaman Lalat di Area Penggembalaan Gajah Sumatera (Elephas maximus sumatranus) di Pusat Latihan Gajah Sumatera (PLG) Taman Nasional Way Kambas*. Jurnal (Inprogress). Universitas Lampung.
- Ahmad, A. B., Okiwelu, S. N., dan Samdi, S. M. 2005. Species Diversity,

Abundance and Seasonal Occurrence of Some Biting Flies in Southern Kaduna, Nigeria. *African Journal of Biomedical Research*. Vol. 8: 113–118.

- Borror, D. J., dan White, R. E. 1970. *A Field Guide to The Insects*. Meksiko. Amerika Utara.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., dan Johnson, N. F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi keenam. *Terjemahan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Burton, J. J. S. 1978. *Tabanini of Thailand above the Isthmus of Kra (Diptera: Tabanidae)*. Los Angeles.
- Carvalho, J. B. De., dan Mello, R. P. De. 2008. Key to The Adults The Most Common Forensic Species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*. 52(3): 390-406.
- Couri, M. S. 2010. Key to The Australasian and Oceanian Genera of Muscidae (Diptera). *Journal Brasil Entomology*. Vol 54. No 4.
- Desquesnes, M., Wongthangsiri, D., dan Jittapalapongse, S. 2018. *Guidelines for user-friendly iconographic description of hematophagous flies' external morphology; application to the identification of Tabanus*

- rubidus* (Wiedemann, 1821) (Diptera: Tabanidae). Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University. Chatuchak. Bangkok, Thailand.
- DutaLampung. 2016. Dianggap Hama Ribuan Kerbau TNWK Aset Terpendam. *Dutalampung.com*. Diakses tanggal 24 Oktober 2018. Pukul 20.13 WIB.
- Ihsan, L. M., Hidayatai, R., dan Hadi, U. K. 2016. The Influence of Temperature on Fecundity and Immature Development of House Fly (*Musca domestica*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 17(2): 100-107.
- Khoobdel, M. K., Akbarzede, H., Jafari, M. A., Tavana, M.D., Izadi, M., Jazayeri, M. M., Salari, M., Akhoond, M., Rahimi, A., Esfahmi, M., Nobakht., J., dan Rafienejad. 2013. Diversity and Abundance of Medically Important Flies in the Iranian Triple Island: The Gretest Tund, Lasser Tund, dan Abu Musa. *Iranian Journal of Military Medicine*. 4(14):327-336.
- Klong-klaew, T., Ngoen-klan, R., Moophayak, K., Sukontason, K., Irvine, K. N., Tomberlin, J. K., Somboon, P., Chaereoviriyaphap, T., Kurahashi, H., dan Sukontosan, K. I. 2018. Predicting Geographic Distribution of Forensically Significant Blow Flies of Subfamily Chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae) in Northern Thailand. *Insects*. 9(3): 106.
- Korespondensi Ilmiah. 2002. Tabanid dan Muscoid Lalat Hematofag Vektor Tyrpanosomiasis atau Penyakit Surra pada Hewan dan Terna di Nandankanan Taman Biologis, Bhubaneswar (Orissa, India). *Journal Ilmu Saat Ini*. 82(5). 500-521.
- Maity, A., Naskar, A., Sengupta, J., Hazra, S., Parui, P., Homechaudhuri, S., dan Banerjee, D. 2016. An Annotated Checklist Of Horseflies (Diptera: Tabanidae) From India With Remarks On Surra Disease Vectors. *Journal Zoology Study*. 3(4): 50-81.
- Maity, A., Naskar, A., Hazra, S., Sengupta, J., Banerjee, D., dan Parui, P. 2017. A New Species of The Genus *Tabanus* Linnaeus (Diptera: Tabanidae) From The West Bengal, India. *Indian J. Entomol*. 79(1): 6-8.
- Nihei, S. S., dan Carvalho, C. J. B. 2009. The Muscini Flies of The World (Diptera: Muscidae): Identification Key and Generic Diagnose. *Journal Zootaxa*. 1-24.
- Oldroyd, H. 1954. *The Horse-Flies (Diptera: Tabanidae) of The Ethiopian Region Volume II*. British Museum (Natural History).
- Perry, B.D., dan Rich, K. M. 2007. The poverty impacts of foot dan mouth disease dan the poverty reduction implications of its control. *VetRec*. 160:238-241.
- Pont, A. C. 1991. A Review of The Faniidae and Muscidae (Diptera) of The Arabian Peninsula. *Journal Fauna of Saudi Arabia*. 12: 312-365.
- Putra, A. K, Soviana, S., dan Hadi, U.k. 2016. Ragam Jenis dan danAktifitas lalat di Kawasan Usaha Peternakan Sapi Perah Cibungbulang Kabupaten Bogor. *Thesis*. Sekolah Pasca Sarjana. IPB.
- Putri, I. A. 2013. Keragaman Jenis Lalat Pganggu dan Potensi Permasalahan Pada Ternak Sapi Potong di Daerah Cirebon. *Skripsi*. Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Sembel, D. T. 2009. *Entomologi Kedokteran*. Penerbit: ANDI. Yogyakarta.

- Soviana, S. 1988. Lalat Tabanidae dan Perannya Dalam Epidemiologi Penyakit Surra. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Hewan. Institusi Pertanian Bogor. tanggal 5 November 2018. Pukul 19.15 WIB.
- Syafitri, N. P. 2013. *Keragaman Jenis Lalat Pengganggu dan Potensi Permasalahannya pada Ternak Sapi Potong*. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB.
- Tumrasvin, W., dan Sinonaga, S. 1978. Studies And Medically Important Flies In Thailand V. On 32 Species Belonging To The Subfamilies Muscinae And Stomoxynae Including In Taxonomic Keys (Diptera : Muscidae). *Buletin of Tokyo Medical and Dental University*. 25(4): 201-227.
- Subakir. 2016. Atraksi Gajah Way Kambas Kembali di Buka. *Duta Lampung.com*. 16 Mei 2016. Diakses
- Wall, R., Anderson, E., dan Lee, C. M. 2008. Seasonal Abundance and Reproductive Output of The Dung Flies *Neomyia ornicina* and *Neomyia viridescens* (Diptera: Muscidae). *Bulletin of Entomological Research*. 98(4): 397-403.

Konsentrasi *Telomeric Repeat Binding Factor 2* (TERF-2) pada Sel Leukosit Penderita Rheumathoid Arthritis

Endang Purwaningsih¹, Titiok Djannatun², Ety Widayanti¹, Yulia Suciati³, Yenni Zulhamidah¹

¹Department of Anatomy, Faculty of Medicine, YARSI University, Jakarta

²Department of Mikrobiobiologi-Parasitology, Faculty of Medicine, YARSI University, Jakarta

³Bagian Biochemistry, Faculty of Medicine, University of YARSI, Jakarta

Email: endang.purwaningsih@yarsi.ac.id

ABSTRACT

Telomeres (strands of DNA at the ends of chromosomes) has the primary function of which is to protect DNA from damage and maintain chromosome stability. Telomere integrity is maintained by the enzyme telomerase which is ribonucleoprotein DNA polymerase. Telomerase activity influenced by shelterin proteins, one of which is the *Telomeric Repeat Binding Factor 2* (TERF2) protein. Immune system-mediated diseases is growing rapidly, mainly due to a degenerative disease that causes damage to tissue inflammation, increasing the amount of telomere is lost cause susceptibility to autoimmune diseases, and is a predisposing factor for age-related inflammatory diseases. In autoimmune diseases such as rheumathoid arthritis (RA) telomere occur the telomere length abnormalities. The purpose of the research was to determine the telomerase activity of leukocytes in patients rheumathoid artrithis, men and women. The research method is descriptive, by measuring telomerase activity by measurement of the concentration TERF2 of leukocyte cells on rheumathid arthritis patients around the age of 40-75 years. Samples were taken from the Primary Clinic Prof. Qomariyah, as many as 30 people. As controls are employees YARSI University with the same age, as many as 30 people. The TERF2 concentration was measured using the ELISA method with a wavelength of 450 nm. Results showed that TERF-2 protein concentration in the leukocyte cell rheumathoid arthritis patients was not significantly different with TERF-2 concentration of control group ($p > 0.05$) for both men and women. It was concluded that the TERF-2 concentration in rheumatoid arthritis patients was not significantly different from the TERF-2 concentration in healthy people.

Keywords: rheumathoid arthritis, telomerase, TERF-2

PENDAHULUAN

Gen terdapat pada molekul DNA dari kromosom dalam inti sel. Segmen DNA pada ujung kromosom ini dikenal sebagai telomer dan merupakan salah satu faktor untuk terjadinya kanker. Telomer terdiri dari urutan nukleotida yang sangat spesifik, yang pada manusia urutannya adalah TTAGGG yang berulang ratusan bahkan ribuan kali, sehingga rumus umum struktur nukleotida telomer adalah (TTAGGG)_n. T, A, dan G menunjukkan nukleotida (kumpulan senyawa pembentuk DNA) yang berisi basa timin, adenin, dan guanin. Pada manusia terdapat 2.000 pengulangan pada unit dasarnya. Jumlah pengulangan nukleotida pun berbeda

dalam satu organisme pada jenis sel yang berbeda. (Greider & Blackburn, 1996; Artandi & DePinho, 2010)

Selalu terdapat pemendekan pada ujung kromosom turunannya pada saat kromosom bereplikasi, karena ada gap atau celah di bagian ujung kromosom turunannya yang tidak diisi oleh nukleotida. Hal ini dapat diatasi enzim telomerase dengan cara membuat rantai DNA tambahan yang terdiri dari urutan nukleotida yang berulang (merupakan subunit telomer). DNA tambahan ini dibuat sebelum proses replikasi berlangsung, akibatnya ujung kromosom (telomer) akan memiliki panjang yang tetap

sama dengan kromosom inangnya (Zakian, 1995)

Telomerase adalah suatu ribonukleotida yang mensintesis ulangan nukleotida pada telomer, untuk menggantikan nukleotida yang hilang pada saat replikasi DNA. Enzim telomerase ini berfungsi untuk mempertahankan panjang telomere. (Theimer & Feigo, 2006) Untuk aktivitas telomerase diperlukan protein – protein yang melindungi telomer yang disebut shelterin. Shelterin terdiri atas enam protein, yaitu *Telomeric Repeat Binding Factor*/TERF (TERF1/TRF1) dan TERF2 (TRF2), *protection of telomeres* (POT1), RAP1, TPPI dan TIN2 (Yulianto, 2013, Ludlow *et al*, 2013, Schrupfova *et al*, 2014). Selama beberapa dekade terakhir ini penelitian mengenai penyakit yang diperantarai sistem imun berkembang dengan pesat, terutama karena penyakit degeneratif yang menyebabkan kerusakan pada jaringan inflamasi. Kebanyakan kasus dialami oleh individu di atas umur 50 tahun dengan usia sebagai faktor resiko terkuat. Penuaan juga meningkatkan resiko penyakit autoimun klasik seperti *Rheumatoid Arthritis* (RA). Angka kejadian RA paling banyak terjadi pada perempuan *postmenopause*, yang kemudian menimbulkan dugaan bahwa proses penuaan merubah fungsi dari sistem imun yang seharusnya bersifat proteksi menjadi bersifat melukai *host* itu sendiri (Ludlow *et al*, 2013, Schrupfova *et al*, 2014)

Terjadinya abnormalitas panjang telomer telah dideskripsikan pada penyakit autoimun seperti *rheumatoid arthritis* (RA). Pada individu normal dengan haplotipe HLA-DR4 yang merupakan faktor resiko utama RA memiliki kehilangan urutan nukleotida telomer yang cukup signifikan selama 20 tahun di awal masa hidupnya. Ditemukan komponen genetik yang dapat memicu

hilangnya telomer yang kemudian memicu timbulnya atau berkembangnya penyakit autoimun. Meningkatnya jumlah telomer yang hilang menyebabkan kerentanan seseorang terhadap penyakit autoimun dan merupakan faktor predisposisi untuk penyakit inflamasi terkait usia sendiri ((Andrews *et al*, 2010)

Pada penderita RA, CD4 sel T gagal meregulasi aktivitas enzim telomerase, selanjutnya aktifitas telomerase yang rendah menyebabkan meningkatnya apoptosis sel T itu sendiri. Disfungsi CD4 sel T ini menimbulkan respon imun yang tidak adekuat (Fuji *et al*, 2009; Hohensinner *et al*, 2011). Panjang telomer dapat menjadi biomarker yang potensial dalam penyakit RA dan dapat digunakan untuk memprediksi tingkat keparahan penyakit RA. Penderita RA akan mengalami penurunan dalam pengaturan sistem imun dan sistem imun mengalami penuaan dini (Costenbender *et al*, 2011). Tujuan penelitian adalah mengetahui aktivitas telomerase melalui pengukuran konsentrasi TERF2 pada sel leukosit penderita rheumatoid arthritis.

METODE

Jenis penelitian adalah deskriptif dengan rancangan *case control study*. Subyek penelitian adalah pasien penderita rheumatoid arthritis dari Klinik Pratama Prof. Qomariyah, Jakarta usia 40 – 75 tahun. Sampel darah diambil dari pasien rheumatoid berjumlah 30 orang, laki-laki dan perempuan. Sebagai kontrol adalah karyawan Universitas YARSI dengan kisaran umur yang sama. Pengukuran aktivitas telomerase dilakukan secara tidak langsung. Dalam hal ini yang diukur adalah salah satu protein yang berperan dalam regulasi enzim telomerase, yaitu *Telomeric Repeat Binding Factor 2* (TERF-2) sesuai dengan prosedur dalam ELISA Kit TERF-2 (USCN).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Factor 2 (TERF-2) adalah berupa data rasio, tersaji dalam Tabel 1

A. Hasil

Data konsentrasi *Telomeric Repeat Binding*

Tabel 1. Konsentrasi TERF 2 (ng/mL) dari setiap kelompok berdasarkan jenis kelamin

Ulangan	Kelompok RA		Kelompok Kontrol	
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan
1	8,617	8,922	4,808	4,049
2	5,711	7,441	3,836	7,817
3		8,677	6,444	8,946
4		8,089	4,470	10,267
5		9,120	4,192	9,352
6		8,808	4,665	8,723
7		5,804	3,293	6,749
8		5,824	5,277	9,032
9		9,826	5,542	8,240
10		7,973	7,257	10,028
11		8,905	9,968	2,642
12		7,942	8,773	
13		8,440	8,912	
14		9,857	9,453	
15		6,807	6,106	
16		8,926	8,588	
17		3,936	10,190	
18		7,852	8,780	
19		8,326	8,199	
20		1,665		
21		3,344		
22		7,837		
23		2,496		
24		2,496		
25		9,187		
26		7,235		
27		8,570		
28		8,901		
Mean	7,1640	7,2573	6,7764	7,8040
SD	14,326	2,3564	2,2674	2,4313

Dari hasil uji statistik Levene menunjukkan nilai konsentrasi *Telomeric Repeat Binding Factor-2* (TERF-2) antara kelompok *rheumathoid arthritis* (RA) dengan kelompok kontrol, tidak menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p > 0,05$). Demikian pula konsentrasi TERF-2 antara penderita RA laki-laki dengan penderita RA perempuan ($p > 0,05$).

B. Pembahasan

Sebelumnya, belum ada yang melaporkan tentang ekspresi telomerase khususnya ekspresi atau konsentrasi TERF-2 pada penderita rheumatoid. TERF-2 adalah salah satu protein shelterin yang berperan penting pada aktivitas enzim telomerase. Dilaporkan, bahwa ekspresi telomerase cukup tinggi pada sel-sel germinal dan sel hematopoetik. Studi awal dijelaskan bahwa ekspresi protein hTERT dan aktivitas telomerase sangat rendah pada sel-sel limfosit dari darah perifer yang sedang istirahat. Studi yang lebih rinci pada limfosit dari timus, tonsil dan darah menunjukkan mRNA dan protein hTERT menunjukkan konsentrasi yang sama tetapi aktifitasnya spesifik pada masing-masing jaringan sesuai dengan kebutuhan untuk fosforilasi dan translokasi elektron dari hTERT untuk aktivitas telomerase (Akiyama *et al*, 2003). Lebih lanjut dilaporkan, bahwa ekspresi berlebih dari TERT akan meningkatkan kelangsungan hidup sel T dan melindungi dari apoptosis. Ekspresi berlebih dari TERT pada kultur sel T juga dapat melindungi sel T dari proses penuaan dan mempertahankan karakteristik limfosit T dalam menanggapi antigen asing. (Barsov, 2011)

Kemampuan sistem kekebalan tubuh untuk merespon secara efektif terhadap antigen sangat bergantung pada sinyal yang mengatur diferensiasi dan proliferasi antigen limfosit yang spesifik. Limfosit dapat mengekspresikan telomerase pada tahap-tahap perkembangan dan aktivitas tertentu. Sumsum tulang dan timosit mengekspresikan telomerase, sedangkan limfosit T yang dalam keadaan istirahat tidak mengekspresikan telomerase dan baru akan mengekspresikan telomerase jika ada rangsangan (Hathcock, 2012).

Peran telomer dan telomerase telah banyak dipelajari dalam diferensiasi dan fungsi limfosit dalam kondisi normal selama beberapa dekade terakhir. Hal ini menimbulkan pertanyaan mengenai peranan

tertentu telomer dalam fungsi limfosit selama dalam penuaan *in vivo*. Studi lebih lanjut diperlukan, terutama mengenai analisis longitudinal panjang telomer dan aktivitas telomerase, untuk lebih memahami peran telomer dalam fungsi limfosit selama proses penuaan *in vivo* (Weng, 2008).

Pada penderita RA, CD4 sel T gagal meregulasi aktivitas enzim telomerase, selanjutnya aktifitas telomerase yang rendah menyebabkan meningkatnya apoptosis sel T itu sendiri. Peran telomerase dalam mempengaruhi apoptosis sel T tidak bergantung pada panjang telomer. Disfungsi CD4 sel T ini menimbulkan respon imun yang tidak adekuat pada RA. Ekspresi hTERT ektopik berlebih dapat mencegah apoptosis pada sel T dari pasien RA dan menimbulkan proliferasi. Memulihkan aktivitas telomerase yang rusak, dapat menjadi target terapi untuk pasien RA. (Fuji *et al*, 2009; Hohensinner *et al*, 2011) Lebih lanjut dilaporkan bahwa pasien RA yang usianya lebih tua atau lamanya menderita RA berhubungan tingginya persentase CD4*,CD25* dan CD4*CD95* dari sel T. Sedangkan penderita RA pada usia 40 tahun menunjukkan kondisi yang paling informatif terkait status imunologi dari pasien RA (Pawlowska *et al*, 2010).

Ekspresi gen *Human Telomerase Reverse Transcriptase* (hTERT) pada penderita RA dengan kisaran usia 50 ± 5 tahun yang diberi radiasi dingin (sebagai antiinflamasi) ataupun yang tidak diradiasi, lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Penderita yang tidak diradiasi menunjukkan ekspresi gen hTERT lebih tinggi daripada penderita yang diberi radiasi. Atau iradiasi laser dingin pada pasien rheumatoid arthritis meningkatkan ekspresi gen hTERT Selanjutnya dilaporkan juga bahwa pada RA yang tidak diradiasi menunjukkan proses perbaikan telomer yang lebih baik dan menunjukkan peningkatan apoptosis sel T (Raafat *et al*, 2011)

Telomerase adalah suatu ribonukleotida yang mensintesis ulangan nukleotida pada telomer, untuk menggantikan nukleotida yang hilang pada saat replikasi DNA. Enzim telomerase ini berfungsi untuk mempertahankan panjang telomere. Untuk aktivitas telomerase diperlukan protein – protein yang melindungi telomer yang disebut shelterin. Shelterin terdiri atas enam protein, yaitu *Telomeric Repeat Binding Factor/ TERF* (TERF1/TRF1) dan TERF2 (TRF2), *protection of telomeres* (POT1), RAP1, TPPI dan TIN2. Dalam penelitian ini aktivitas telomerase dilakukan dengan mengukur salah satu protein shelterin, yaitu TERF-2 (Schrumppova *et al*, 2014)

Aktivitas telomerase pada sel normal terutama ditemukan pada sel-sel reproduksi karena sel-sel tersebut mempunyai daya proliferasi yang tidak terbatas. Aktivitas telomerase juga ditemukan pada sel limfosit dan sel hepar. Pada masa pertumbuhan aktivitas telomerase dapat dideteksi hampir pada semua jaringan, tetapi pada sel dewasa aktivitas telomerase direpresi/ditekan. Pada sebagian besar sel somatik normal, aktivitas telomerase sangat rendah atau hampir tidak ada tetapi aktivitas telomerase tinggi ditemukan pada lebih dari 90 % sel kanker atau sel immortal *in vitro*. (Cong *et al*, 2002). Penelitian ini menggunakan sampel sel darah leukosit menunjukkan konsentrasi TERF-2 yang rendah antara 0, 106 – 11,207.

Penelitian pada sel kanker menunjukkan, bahwa TERF2 dapat menjadi target dalam radio terapi penyakit kanker. Ekspresi TERF 2 yang rendah dapat meningkatkan sensitivitas sel kanker terhadap radioterapi dan menginduksi panjang telomer pada sel A549 dan pemendekan telomer pada sel U2OS. Pada sel A549, turunya TERF-2 menyebabkan aktivitas telomerase dihambat. dan menginduksi pemendekan telomer dan kekurangan TERF-2 gagal melindungi panjang telomer dari pengaruh radiasi (Yang *et al*, 2015)

Penelitian tentang ekspresi telomerase khususnya terkait protein TERF-2 belum banyak dilaporkan. Terkait dengan dengan jenis kelamin, dari 30 sampel penelitian sebagian besar penderita RA berjenis kelamin perempuan. Peneliti sebelumnya melaporkan bahwa timbulnya penyakit RA di pengaruhi oleh gen-gen yang ada dalam kromosom X. Gen-gen yang ada di dalam kromosom X menjadi faktor resiko munculnya penyakit RA. Pada penderita RA laki-laki ditemukan peningkatan kopi gen *Toll Like Receptor 7* (TLR7) secara bermakna sedangkan pada perempuan peningkatan gen tersebut tidak bermakna (Kaanan, 2013).

Selain gen diatas faktor resiko genetik yang turut berperan pada penyakit autoimun seperti rheumathoid arthritis juga ada hubungannya dengan gen CIA (*collagen induced arthritis*). Telah diidentifikasi adanya gen Cia 15, Cia 16*, Cia 17*, Cia 18* dan Cia 19 pada kromosom nomor 9, 10, 18 dan pada kromosom X (Furuya *et al*, 2000).

Penderita RA perempuan memiliki orientasi lebih emosional dibandingkan laki-laki, tetapi tidak berbeda dari orang-orang yang berkaitan dengan ambiguitas, kontrol, dan ekspresi. Pemodelan persamaan struktural menunjukkan bahwa hubungan antara regulasi emosi dan kesehatan yang dirasakan lebih sering dan lebih kuat untuk wanita daripada pria (Middenhorp *et al*, 2005).

KESIMPULAN

Aktivitas telomerase (konsentrasi TERF-2) pada sel leukosit penderita RA dengan konsentrasi TERF-2 pada kelompok control tidak menunjukkan perbedaan. Selain itu konsentrasi TERF-2 pada penderita RA laki-laki dan perempuan sama.

REFERENSI

- Akiyama M, Hideshima T, Shammass M.A, Hayashi T, Hamasashi M, Tai Y.T et al. 2003. Effect of N3'-P5'thiophosphoramidate (GRN163) targeting telomerase RNA in multiple myeloma cells. *Cancer Res* 63 (19): 6187-6194
- Andrews N.P, Fujii H, Goronzy J.J, Weyand C.M. 2010. Telomeres and Immunological Diseases of Aging. *Gerontology* 56: 390-403. Artandi S.E and DePinho R.A 2010. Telomeres and telomerase in cancer. *Carcinogenesis* 3(1): 9-18.
- Barsov E.V. 2011. Telomerase and primary T cells: Biology and immortalization for adoptive immunotherapy. *Immunotherapy* 3 (3): 407 – 421
- Cong Y.S, wright E.W, and Shay J.W. 2002. Human Telomerase and Its Regulation. *Microbiol Mol Biol Rev* 66 (3): 407-425
- Costenbänder K.H, Prescott J, Zee R.Y, and De Vivo I. 2011. Immunosenescence and Rheumatoid: Does Telomere Predict Impending disease? *Autoimmune Rev* 10 (9): 569-573.
- Fujii H, Shao L, Colmegna I, Goronzy JJ, and Weyand. 2009. Telomerase insufficiency in Rheumatoid arthritis. *PNAS* 106 (11): 4360-4365.
- Furuya T, Jennifer L, SalstromMc-Cail-Vining S, Cannon GW, Joe B, Remmers EP et al. 2000. Genetic dissection of a rat model for rheumatoid arthritis: significant gender influences on autosomal modifier loci. *Hum Mol Gen* 9 (15): 2241-2250
- Greider C.W and Blackburn EH. 1996. Telomeres, Telomerase and Cancer. *Journal of Applied Sci* 2011; 5 (10): 1-8.
- Scientific American :92. <http://www.genethik.de/telomerase.htm>
- Hathcock K.S. 2012. Telomere Biology and Immune System. <http://www.discoverymedicine.com/Karen-S-Hathcocok/2009/07/25.2009>. Diakses pada tanggal 4 Desember 2012.
- Hohensinner P.J, Goronzy J.J, and Weyand C.M. 2011. Telomere Dysfunction, Autoimmunity and Aging and Disease 2(6): 524-537.
- Kaanan S.B. X 2013. linked genetic factors behind gender bias in Rheumatoid arthritis. Dissertasion Marseille, France: Aix Marseille Universitte,
- Ludlow A.T, Ludlow L.W, Roth S.M. 2013. Do Telomeres Adapt to Physiological Stress/ Exploring the Effect of Exercise on Telomeraere Length and Telomere.-Related Proteins. *Bio Med Res*: ID 601368, 15 pages.
- Middendorp H.1, Geenen R, Sorbi.J, Hox J.J, Vingerhoets A.J, van Doornen L.J, et al. 2005 Gender differences in emotion regulation and relationships with perceived health in patients with rheumatoid arthritis. *Women Health*. 42(1):75-97.
- Pawlowska J, Smolenska Z, Daca A, 2010 Witkowski JM, and Bryl E. Older age rheumatoid arthritis onset is associated with higher activation status of peripheral blood CD4* T cells and disease activity. *Clin Exp Immunol* 163: 152 – 164
- Raafat B.M, Aziz SW, Latif N.A, and Hanafi A.M 2011. Human Telomerase Reverse Trancriptase (hTERT) Gene Expression in Rheumatoid Arthritis (RA) Patients after Usage of Low Level Laser Therapy (LLLT). *Austr*
- Schrumpfova, Vychodilova I, Dvorackova M, Majerska J, Dokladal L,

- Schorova S et al. 2014. Telomere repeat binding Proteins are components of Arabidopsis telomeres and interact with telomerase. *The Plant Journal*; 77: 770-781
- Theimer C.A, Feigon J. 2006. Structure and Function of telomerase RNA. *Curr Opin Struct Biol* 16: 307-318
- Weng N.P 2008. Telomere and Adaptive Immunity. *Mech Ageing Dev*doi:10.1016/j.mad.2007.11.005
- Yang X, Li Z, Yang L et al. 2015. Knockdown of Telomeric Repeta binding Factor 2 enhance tumor radielosensitivity regardless of tomerase status. *J Cancer Res Clin Oncol* 141 (9) : 1545 – 1552
- Yulianto I. 2013. Peranan Telemer pada Penuaan dan Keganasan yang dipicu distress, Prosiding Psychoneuroimmunology, Mind-Body Connection: Enhancing Health and Comfor: : 215 – 226. Surabaya, tanggal 28-30 Maret, 2013
- Zakian V.A, 1995. Telomeres; Beginning to Understand the End. *Science*: 270 (5242): 1601-1607.

Uji Sitotoksitas Madu Terhadap *Human Dermal Fibroblast*

Oktaviani Meiliza¹⁾, Yoan Rahmah Aprilia²⁾, Nadira³⁾, Yola Astri Arsanti⁴⁾,
Tria Miraz Chairani⁵⁾, Restu Syamsul Hadi⁶⁾

^{1,2,3,4,5}Pendidikan Dokter, Kedokteran Umum, Universitas YARSI

⁶Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas YARSI

Email : oktaviani.meiliza@gmail.com

ABSTRACT

Skin is one of the initial protections that exist within the human body. Therefore, the skin damage causes formation of the wound. The process of wound healing is closely related to the dermis layer as a part of the skin. Human Dermal Fibroblasts (HDF) cells are fibroblasts cells originated from dermal which can be cultured. Honey has been frequently used as a traditional medicine in the community, one of which is used for wound healing. This study is aimed at determining the Cytotoxicity examination of honey against the HDF. On this experimental study, HDF was seeding at 96 well plate, then examined citotoxicity of honey to HDF. Based on the results of the research, it can be concluded that the IC50 value of honey against HDF is 4.98% and the toxic levels of honey against the HDF cells is honey with a dose of 5%, in which due to the dose of 5%, 50% of the cells has died. The effect of honey may improve the viability dependent on the dose (dose dependent) with a maximum concentration of 1% honey.

Keywords : Honey, Human Dermal Fibroblasts, Cytotoxicity test, MTT assay

PENDAHULUAN

Kulit adalah merupakan bagian organ terbesar dari manusia dan memiliki berbagai fungsi. Kulit merupakan salah satu proteksi awal yang ada didalam tubuh manusia. Oleh karena itu, kerusakan kulit menyebabkan terbentuknya luka. Luka didefinisikan sebagai gangguan seluler, anatomi, dan kontinuitas fungsional dari jaringan hidup. Luka dapat disebabkan oleh trauma akibat tekanan fisik, kimia, termal, mikroba, atau hal lain yang merusak jaringan. Dengan kata lain luka adalah rusaknya kesatuan/komponen jaringan, dimana secara spesifik terdapat substansi jaringan yang rusak atau hilang (Shrimanker, *et al.* 2013).

Kulit terdiri atas epidermis, yaitu lapisan epitel yang berasal dari ektoderm, dan dermis, yaitu suatu lapisan jaringan ikat yang berasal dari mesoderm (Junqueira 2012). Dermis pada kulit memiliki subpopulasi sel punca. Fibroblas asal dermis dapat diperoleh, diperbanyak serta dapat disimpan dengan mudah (Hadi et al, 2014).

Di samping itu, *Human Dermal Fibroblast* (HDF) adalah komponen penting dari kulit, sel ini tidak hanya memproduksi dan mengatur matriks ekstraseluler dari dermis tetapi juga berkomunikasi dengan sel lainnya yang terutama memainkan peran penting dalam mengatur fisiologi kulit (Sorrell & Caplan, 2004).

Pada saat ini sudah banyak sekali pengobatan herbal yang dikembangkan, salah satunya ialah madu. Madu berpotensi sebagai antioksidan, aksi stimulasi dari madu sangat bermanfaat dalam mempercepat proses perbaikan kerusakan jaringan. Karena efek yang menguntungkan ini, dilaporkan madu dapat mencegah infeksi, menghilangkan bau tak sedap, mengurangi peradangan dan nyeri, mengurangi edema, dan meningkatkan tingkat penyembuhan dengan stimulasi angiogenesis, granulasi, dan epitelisasi (Anyanechi & Saheeb, 2015). Maka dari itu, madu perlu dilakukan uji sitotoksitasnya untuk mengetahui seberapa kadar toksik madu terhadap sel HDF.

Uji sitotoksik adalah uji toksisitas secara *in vitro* menggunakan kultur sel yang digunakan untuk mendeteksi adanya aktivitas antineoplastik dari suatu senyawa. Sistem ini merupakan uji kuantitatif dengan cara menetapkan kematian sel (Freshney, 1987).

Parameter yang digunakan untuk uji sitotoksik yaitu nilai IC50. Nilai IC50 menunjukkan nilai konsentrasi yang menghasilkan hambatan proliferasi sel sebesar 50% dan menunjukkan potensi ketoksikan suatu senyawa terhadap sel. Akhir dari uji sitotoksitas pada organ target memberikan informasi langsung tentang perubahan yang terjadi pada fungsi sel secara spesifik (Djajaneegara dan Wahyudi, 2009).

Dua metode umum yang digunakan untuk uji sitotoksik adalah metode perhitungan langsung (*direct counting*) dengan menggunakan biru tripan (*trypan blue*) dan metode *MTT assay*. Uji *MTT assay* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam uji sitotoksik. Metode ini merupakan metode kolorimetrik, dimana pereaksi MTT ini merupakan garam tetrazolium yang dapat dipecah menjadi kristal formazan oleh sistem suksinat tetrazolium reduktase yang terdapat dalam jalur respirasi sel pada mitokondria yang aktif pada sel yang masih hidup. Kristal formazan ini memberi warna ungu yang dapat dibaca absorbansinya dengan menggunakan ELISA reader (Junaidi, 2005).

METODE

Desain Penelitian

Desain penelitian ini dilakukan secara eksperimental secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan 8 variasi dosis madu yaitu 0,5%, 1%, 2%, 4%, 5%, 10%, 15% dan 20% yang kemudian diukur dalam 24 jam dengan uji *MTT assay*.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan selama lima bulan, dimulai April 2016 hingga Agustus

2016, mengambil tempat di laboratorium terpadu Universitas YARSI.

Subjek Penelitian

Human Dermal Fibroblast yang berasal dari biorepository Universitas Yarsi.

Prosedur Kerja

Sel HDF yang sudah diberi perlakuan diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya medium dibuang dan diganti dengan reagen MTT masing-masing sebanyak 20 μ L dan diinkubasi selama 2-4 jam, dengan *plate* dibungkus dengan kertas alumunium foil (tanpa terpapar cahaya) dan diinkubasi pada suhu ruangan. Setelah itu dilihat adanya kristal formazan yang terbentuk, apabila sudah terlihat kristal formazan diberi *stopper* berupa DMSO sebanyak 100 μ L. Selanjutnya *plate* digoyang/diguncangkan selama 15 menit. Setelah itu dibaca menggunakan ELISA reader.

Analisis Data

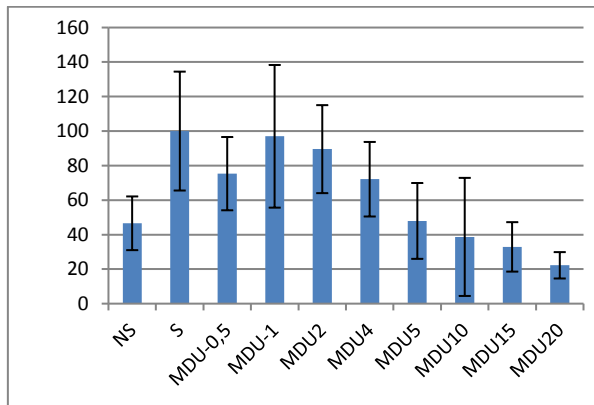
Data dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung nilai IC50 serta dibuat grafik menggunakan Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, variasi dosis madu dengan kontrol serum menunjukkan hasil yang cukup signifikan dibandingkan dengan kontrol non serum. Pada Gambar 1. terlihat bahwa persentase sel yang hidup tertinggi terlihat pada kontrol dengan serum, sedangkan persentase sel yang hidup terendah terlihat pada perlakuan madu dosis 20%. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa dosis madu yang paling optimal untuk viabilitas sel Human Dermal Fibroblast (HDF) adalah 1%. Sedangkan pada perlakuan dosis madu 2% dan 4% terjadi penurunan viabilitas sel HDF. Dan pada perlakuan dosis madu 5% terjadi kematian sel sebanyak lebih dari 50% dari total sel seluruhnya. Hal ini menunjukkan

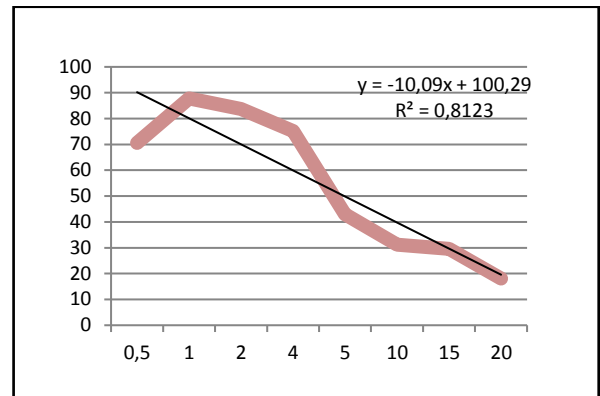
bahwa semakin tinggi dosis madu (di atas 5%), maka madu menjadi toksik bahkan



Gambar 1. Grafik presentase sel yang hidup pada perlakuan kontrol non serum, kontrol serum, perlakuan madu dosis 0,5%, 1%, 2%, 4%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dibandingkan dengan kontrol serum.

menyebabkan kematian sel HDF. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa serum dan madu dengan dosis tertentu dapat meningkatkan viabilitas sel.

Pada penelitian ini untuk mengetahui nilai IC50 madu dilakukan dengan penghitungan rumus $Y = -10,09x + 100,29$ yang dapat dilihat pada Gambar 4.5. Jika dimasukkan ke dalam rumus $Y = -10,09x + 100,29$, dengan $Y = 50$, maka akan ditemukan nilai IC50 pada penelitian ini adalah 4,98% yang berarti bahwa dosis madu yang menyebabkan 50% kematian sel adalah 4,98%. Maka dari itu nilai IC50 madu terhadap sel HDF ialah 4,98% dan pada grafik dapat dijelaskan bahwa pada dosis lebih dari 1% sudah dapat menurunkan perkembangan dan pertumbuhan sel dengan batas dosis maksimum ialah 4%, dan pada dosis 5% sel mulai mengalami kematian lebih dari 50% dari jumlah keseluruhan sel.



Gambar 2. Grafik rumus untuk penghitungan Nilai IC50.

B. Pembahasan

Kulit terdiri dari dua lapisan: epidermis dan dermis. Epidermis, lapisan luar, terdiri dari berlapis epitel dan keratinosit. Di bawah epidermis terletak dermis, mengandung populasi heterogen sel, termasuk fibroblas dan sel endotel, yang didalamnya terdapat matriks ekstraselular (ECM). Tidak hanya itu saja, kulit adalah pertahanan pertama apabila terjadi kerusakan jaringan. Terapi menggunakan stem cell merupakan teknik baru yang dapat membantu dan meningkatkan penyembuhan luka (Lam, et al. 2013). Selama tahun terakhir, terdapat laporan dari populasi sel induk dewasa yang diisolasi dari jaringan ikat pada beberapa bagian tubuh. Salah satunya, laporan pluripotensi dari dermal fibroblas di mana sel induk populasi diisolasi dari dermis tikus dan dibedakan menjadi neuron, glia, sel otot polos dan adiposit. Beberapa laporan mengkonfirmasi dermal fibroblas sebagai sumber stem cell/sel punca (Lorenz et al, 2008; Toma et al, 2001).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan sel *Human Dermal Fibroblast* dikarenakan sel HDF cukup mudah didapat. Pada penelitian ini sel HDF yang didapatkan berasal dari preputium, dan seperti yang sudah diketahui bahwa sel HDF dapat dijadikan sumber *stem cell*.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, menunjukkan bahwa penggunaan serum dapat meningkatkan viabilitas sel. Sesuai dengan Gambar 1. menunjukkan bahwa pada kontrol serum memiliki presentase sel hidup yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol non serum. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Chabaud et.al. 2016) bahwa serum digunakan sebagai suplemen pertumbuhan sel dan dapat memicu sel untuk menghasilkan, mendeposit, dan merakit matriks ekstraselular yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel.

Madu sudah dikenal lama sebagai obat herbal yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, di samping itu, para peneliti telah mengungkapkan bahwa madu dapat digunakan sebagai antioksidan untuk melindungi berbagai organ termasuk otak dan jantung dari kerusakan oksidatif tidak hanya itu saja, madu berperan dalam mengurangi kematian sel akibat stres oksidatif, serta pengurangan apoptosis, selain itu madu dapat menghambat kerusakan pada membran sel dengan menetralkan radikal bebas (Anarkooli, et al. 2014). Apabila dikaitkan dengan hasil dari penelitian ini, bahwa madu dengan dosis yang optimum dapat meningkatkan viabilitas sel. Hal ini sesuai dengan Gambar 1. madu dengan dosis 0,5%, 1%, 2%, 4%, 5% menunjukkan hasil presentase sel hidup yang lebih tinggi dari kontrol non serum.

Madu merupakan produk alami yang menunjukkan efek berpotensi menghambat atau menekan pengembangan dan perkembangan tumor dan kanker. Seperti antiproliferatif, antitumor, antimetastik dan antikanker efek yang dimediasi melalui mekanisme yang beragam, termasuk aktivasi

jalur mitokondria, induksi Permeabilisasi membran mitokondria, induksi apoptosis, modulasi stres oksidatif, dan penghambatan angiogenesis pada sel kanker. Menurut beberapa penelitian mengatakan bahwa madu sangat sitotoksik terhadap sel tumor kanker. Data menunjukkan bahwa madu dapat menghambat karsinogenesis oleh modulasi molekul pada tahap proses inisiasi, promosi, dan tahapan perkembangan. Dengan demikian, madu dapat berfungsi sebagai potensi dan agen antikanker. Sementara itu non-sitotoksik untuk sel-sel normal (Erejuwa, et al. 2014). Menurut hasil dari penelitian ini, madu memiliki dosis toksik sebesar 4,98% terhadap sel HDF. Hal ini sesuai dengan Gambar 2. bahwa nilai IC50 yang didapatkan dari rumus $Y = -10,09x + 100,29$, dengan $Y = 50$ menunjukkan bahwa dosis madu yang menyebabkan 50% kematian sel adalah 4,98%. Dan pada dosis lebih dari 1% sudah dapat menurunkan perkembangan dan pertumbuhan sel dengan batas dosis maksimum ialah 4%, dan pada dosis 5% sel mulai mengalami kematian lebih dari 50% dari jumlah keseluruhan sel. Hasil dari nilai IC50 ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Portokalakis et al, 2016) bahwa nilai IC50 dari madu ialah 4%-5% pengan paparan madu 24 jam sampai 72 jam.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa madu dengan dosis tertentu dapat meningkatkan viabilitas sel. Dosis optimum yang digunakan ialah madu dengan dosis 1%. Sedangkan untuk kadar toksis madu terhadap sel HDF ialah madu dengan dosis 5%, dikarenakan pada dosis 5% sudah terjadi kematian sel sebanyak 50%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serum dan madu dengan dosis optimum dapat meningkatkan viabilitas sel. Madu dengan dosis 1% merupakan dosis yang optimum

dalam meningkatkan viabilitas sel. Nilai IC50 sitotoksitas madu terhadap sel *Human Dermal Fibroblast* (HDF) sebesar 4,98%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada dr. Insan Sosiawan A. Tunru, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, dan dr. Lilian Batubara, M.Kes. selaku Wakil Dekan II Fakultas Kedokteran Universitas YARSI.

REFERENSI

- Anyanechi, C. & Saheeb, B., 2015. Honey and wound dehiscence: a study of surgical wounds in the mandibular bed, *Nigerian Journal Of Clinical Practice*, 18, 2, pp. 251-255.
- Burlando, B. & Cornara, L., 2013. Honey in dermatology and skin care: a review, *Journal Of Cosmetic Dermatology*, 12, 4, pp. 306-313.
- Chabaud, S. et al., 2016. Origin of Serum Affects Quality of Engineered Tissues Produced by the Self-Assembly Approach. , 2016.
- Djajanegara, I. and Wahyudi, P., 2009. Pemakaian Sel Hela dalam Uji Sitotoksitas Fraksi Ethanol Biji Mimba (*Azadirachta indica*). *Biosfera*, 26(2), pp.59-64.
- Erejuwa, O, Sulaiman, S, & Wahab, M 2014, 'Effects of honey and its mechanisms of action on the development and progression of cancer', *Molecules* (Basel, Switzerland), 19, 2, pp. 2497-2522.
- Freshney, R.I. ed., 1986. *Animal cell culture: a practical approach* (Vol. 8). Oxford: IRL press.
- Hadi, R.S., Kusuma, I. & Sandra, Y., 2014. Allogeneic human dermal fibroblasts are viable in peripheral blood mononuclear co-culture. , 33(2), pp.91-99.
- Halim D. 2010 *Stem Cell Dasar Teori & Aplikasi Klinis*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Jafari Anarkooli, I, Barzegar Ganji, H, & Pourheidar, M 2014, 'The protective effects of insulin and natural honey against hippocampal cell death in streptozotocin-induced diabetic rats', *Journal Of Diabetes Research*, 2014, p. 491571.
- Junaidi, S., 2005, Isolasi dan Uji Sitotoksitas Senyawa Alkaloid dari Spon Koleksi no MD-02 Cyang, Skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Junqueira, Luiz C. 2012. *Histologi Dasar Teks & Atlas Ed. 12*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Khan, S. et al., 2016. Fibroblast growth factor and vascular endothelial growth factor play a critical role in endotheliogenesis from human adipose-derived stem cells. *Journal of vascular surgery*, pp.1-10.
- Kim, M. et al., 2014. Comparative study of various growth factors and cytokines on type collagen and hyaluronan production in human dermal fibroblasts, pp.44-52.
- Kirsner, R.S. and Eaglstein, W.H., 1993. The wound healing process. *Dermatologic clinics*, 11(4), pp.629-640.
- Lam, M.T., Nauta, A., Meyer, N.P., Wu, J.C. and Longaker, M.T., 2012. Effective delivery of stem cells using an extracellular matrix patch results in increased cell survival and proliferation and reduced scarring in skin wound healing. *Tissue Engineering Part A*, 19(5-6), pp.738-747.
- Lorenz, K., Sicker, M., Schmelzer, E., Rumpf, T., Salvetter, J., Schulz-Siegmund, M., & Bader, A., 2008. Multilineage differentiation potential of human dermal skin-derived fibroblasts,

- Experimental Dermatology, 17, 11, pp. 925-932.
- Maxson, S., Lopez, E.A., Yoo, D., Danilkovitch-Miagkova, A. and LeRoux, M.A., 2012. Concise review: role of mesenchymal stem cells in wound repair. *Stem cells translational medicine*, 1(2), pp.142-149.
- National Institutes of Health. 2007. Stem cell Basic. Diunduh dari <http://www.stemcelle.nih.gov/info/basics/PDF>. Diakses pada tanggal 26 November 2016.
- Palazzo, E., Marconi, A., Truzzi, F., Dallaglio, K., Petrachi, T., Humbert, P., Schnebert, S., Perrier, E., Dumas, M., & Pincelli, C., 2012. Role of neurotrophins on dermal fibroblast survival and differentiation, *Journal of Cellular Physiology*, 227, 3, pp. 1017-1025.
- Portokalakis, I., Yusof, H.M., Ghanotakis, D.F., Nigam, P.S. and Owusu-Apenten, R., 2016. Manuka Honey-induced cytotoxicity against MCF7 breast cancer cells is correlated to total phenol content and antioxidant power. *J. Adv. Biol. Biotech*, 8(2), pp.1-10.
- Rembulan, V., 2015. Potency of honey in treatment of burn wounds. , 4, pp.105–112.
- Shrimanker, M., Patel, N., Modi, H., & Dave, R. (2013). A Review : Screening Models for Wound Healing Activity in Animals, 3(May).
- Sorrell, J., & Caplan, A., 2004. Fibroblast heterogeneity: more than skin deep, *Journal Of Cell Science*, 117, Pt 5, pp. 667-675.
- Takahashi, K. & Yamanaka, S., 2006. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors, *Cell*, 126, 4, pp. 663-676.
- Toma, J., Akhavan, M., Fernandes, K., Barnabé-Heider, F., Sadikot, A., Kaplan, D. & Miller, F., 2001. Isolation of multipotent adult stem cells from the dermis of mammalian skin, *Nature Cell Biology*, 3, 9, pp. 778-784.

Pengaruh Paparan Madu Terhadap Uji Diferensiasi *Human Dermal Fibroblast* (Hdf) Menjadi Sel Adiposit

Nadira¹⁾, Yoan Rahmah Aprilia²⁾, Oktaviani Meiliza³⁾, Yola Astri Arsanti⁴⁾, Tria Miraz Chairani⁵⁾, Restu Syamsul Hadi⁶⁾

^{1,2,3,4,5}Pendidikan Dokter, Kedokteran Umum, Universitas YARSI

⁶Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas YARSI

Email : dnadira12@yahoo.com

ABSTRACT

The skin is the largest organ and forms the outermost layer of the human body. Human skin consists of the epidermis, dermis and sub cutis. The most abundant cells in the dermis layer are Human Dermal Fibroblasts (HDFs). Fibroblasts are the most usual cells that are contained in connective tissue, and play an important role in wound healing. Dermis layer of the skin has a subpopulation of stem cells. One of the characteristics of stem cells are able to differentiate trilineage, such as cells differentiate into adipocytes. Honey has been frequently used as a traditional medicine in the community, one of which is used for wound healing. This study aims to determine the effect of honey exposure to cell differentiation assay of HDF into adipocytes cells. HDF cells obtained from biorepository of Yarsi University and planted on 24-well plates at a density of 40,000 cells / well with 3 replications group. Then HDF cells received each treatments that are control without serum and differentiation medium (K1), control serum and differentiation medium (K2), and control without serum adipocyte cell differentiation medium dose of 300 µl. After confluence \pm 70%, from the third well to sixth well containing control without serum and differentiation medium replaced by a dose of honey 0.5% (K3), 1% (K4), 2% (K5), and 4% (K6). Subsequently incubated until day 7, 14, and 21. Observe the changed shape of the cells that occur and captured by an inverted microscope. Then on day 21, the next step is Oil Red-O staining. From these results it can be concluded that honey affects cell differentiation assay of HDF into adipocytes cells with a maximum concentration of 1% honey and the toxic levels of honey against the HDF cells is honey with a dose of 4%.

Keywords : *Human Dermal Fibroblasts, Honey, differentiation adipocytes cells*

PENDAHULUAN

Kulit adalah organ terbesar dan membentuk lapisan terluar dari tubuh manusia. Kulit manusia terdiri dari epidermis, dermis dan subkutis. Sel-sel yang paling banyak di lapisan dermis adalah *Human Dermal Fibroblast* (HDF) (Menaldi et al, 2015). Fibroblas merupakan sel paling banyak yang terkandung di jaringan ikat, dan berperan penting dalam penyembuhan luka (Golberg et al, 2013). Bagian lapisan dermis pada kulit memiliki subpopulasi sel punca (Hadi et al, 2015). Sel punca memiliki dua karakteristik utama yaitu kemampuan memperbaharui diri (proliferasi) dan diferensiasi trilineage, salah satunya dapat

berdiferensiasi menjadi sel adiposit (Arno et al, 2011). Salah satu sumber stem sel yaitu kulit yang dapat diambil dari preputium secara in vitro. Preputium adalah kulit yang menutupi glans penis dan dibuang saat sirkumsisi pada kaum pria. Preputium akan dipisahkan antara lapisan epidermis dengan dermisnya dan didapatkan *Human Dermal Fibroblast*.

Madu adalah cairan manis alami yang diproduksi oleh lebah madu (*Apis mellifera*) dan berasal dari nektar berbagai tumbuhan berbunga. Madu telah digunakan sebagai obat tradisional selama berabad-abad oleh budaya yang berbeda untuk pengobatan berbagai gangguan termasuk luka bakar dan

luka kronis (Mandal & Mandal, 2011). Dilihat dari manfaat madu alami dalam obat tradisional yang kurang diaplikasikan untuk penyembuhan luka, sehingga selama beberapa dekade terakhir, madu menjadi sasaran laboratorium dan penyelidikan klinis oleh beberapa kelompok penelitian (Eteraf-Oskouei & Najafi, 2013). Hingga saat ini belum diketahui secara jelas pengaruh pemberian madu terhadap kemampuan diferensiasi sel HDF menjadi sel adiposit. Dalam penelitian ini menggunakan medium adipogenesis untuk mengetahui kemampuan diferensiasi sel HDF menjadi sel adiposit. Sedangkan pewarnaan Oil Red-O digunakan untuk menandai sel adiposit dengan mewarnai lipid droplet (tetes lemak) yang ada di dalam sel. Kemudian sel adiposit akan diamati melalui mikroskop inverted untuk melihat morfologi sel adiposit dan mengetahui peningkatan jumlah sel HDF yang berdiferensiasi menjadi sel adiposit. Oleh karena itu, penelitian mengenai peran madu terhadap uji diferensiasi sel HDF diperlukan sebagai model dalam pengembangan terapi berbasis sel secara klinis.

METODE

Kultur sel Human Dermal Fibroblast (HDF)

Human Dermal Fibroblast (HDF) diperoleh dari biorepository Pusat Penelitian Sel Punca Universitas YARSI. Sel HDF dilakukan *thawing* dengan mengeluarkan *cryotube* dari nitrogen cair dan inkubasi pada suhu 37°C dalam *water bath*. Seluruh suspensi sel dalam *cryotube* dipindahkan ke tube 15 ml yang berisi 10 ml medium komplit yaitu DMEM (Dulbecco's Modified Eagle's Medium), FBS (Fetal Bovine Serum) 10%, 100 unit/mL penicillin, dan 100 µg/mL streptomycin. Selanjutnya, HDF ditanam pada Flask T-25 dan diinkubasi selama 6 hari dengan kadar CO₂ 5% dan suhu 37⁰ C.

Panen sel

Menggoyangkan Flask T-25 secara perlahan-lahan, dan membuang medium kemudian membilas Flask T-25 dengan PBS 5ml sebanyak 3 x. Berikan Trypsin 9 ml ke dalam wadah kultur. Setelah itu menginkubasi dalam inkubator CO₂ selama 15 menit. Lakukan observasi pertumbuhan sel pada Flask T-25 dibawah mikroskop. Kemudian, masukan DMEM high glucose dan serum 10%, sebanyak 5ml ke dalam Flask T-25. Pindahkan isi medium Flask T-25 ke dalam tube 15 ml. Sentrifugasi pada 1500 RPM dengan suhu 22⁰ C selama 7 menit. Lakukan, observasi dan penghitungan sel di bawah mikroskop. Buang isi medium secara perlahan, supernatant dikocok manual dengan jari telunjuk. Ditambahkan DMEM komplit 5 ml. Selanjutnya menghitung sel dengan hemasitometer yang dilihat menggunakan mikroskop.

Sel HDF ditanam dalam multi well plate 24 well, masing-masing well berisi 40.000 sel/well. Dilakukan perlakuan dengan berbagai kelompok yaitu dengan well pertama berisi DMEM (sebagai kontrol) tanpa serum ditambahkan dengan medium diferensiasi (medium adipogenesis) dengan dosis 300 µl (K1), well ke dua berisi kontrol dan 10% FBS (sebagai serum) ditambahkan dengan medium diferensiasi (medium adipogenesis) dosis 300 µl (K2), well ke tiga sampai dengan ke enam berisi kontrol tanpa serum dan ditambahkan medium diferensiasi (medium adipogenesis) dengan dosis 300 µl. Lalu diinkubasi dalam inkubator selama 5 hari. Setelah konfluensi ± 70%, dari well ke tiga sampai dengan ke enam yang berisi medium kontrol tanpa serum yang ditambahkan medium adipogenesis diganti dengan medium madu dengan variasi dosis 0,5% (K3), 1% (K4), 2% (K5), dan 4% (K6). Setelah itu diinkubasi hingga hari ke 7. Kemudian well yang berisi medium madu pada hari ke-8 diganti dengan medium

adipogenesis. Lakukan observasi terutama pada hari ke-14, ke-21 dan dilihat perubahan yang terjadi pada sel. Pada hari ke-21 dilanjutkan pewarnaan Oil Red-O serta di foto menggunakan mikroskop inverted.

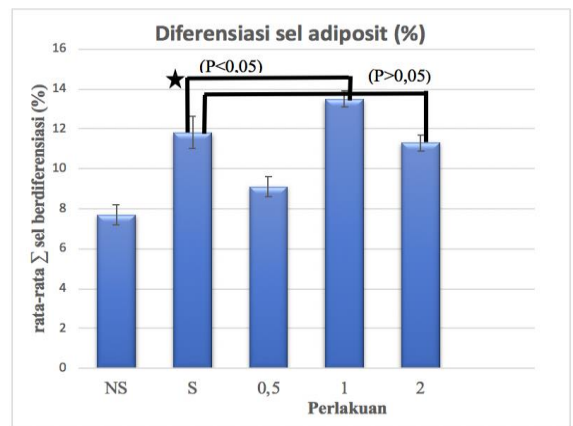
Analisis Data

Data secara kualitatif diperoleh dari gambar yang diambil dari mikroskop inverted dan *software* analisis gambar. Selanjutnya, data secara kuantitatif berupa presentase sel yang mengalami diferensiasi masing-masing kelompok perlakuan dilakukan analisis dengan Microsoft Excel dan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

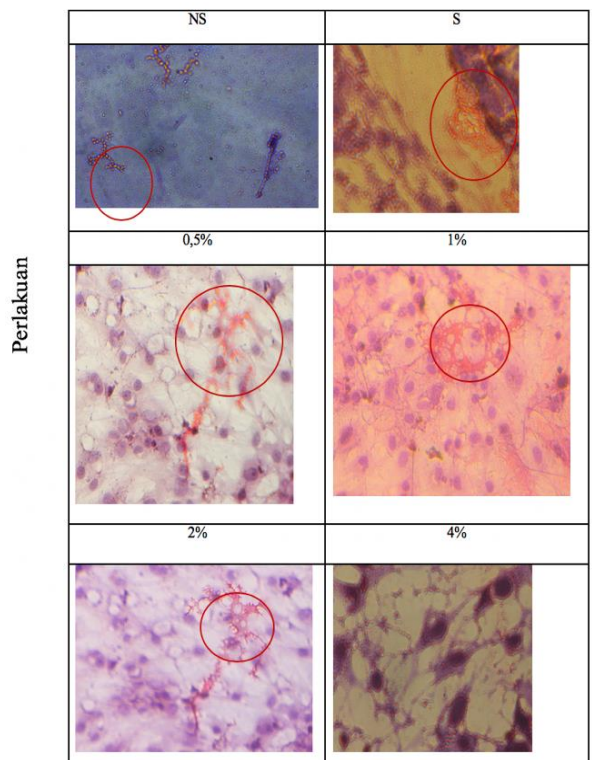
Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian ini terlihat terjadi peningkatan jumlah sel HDF dengan kemampuan berdiferensiasi sel adiposit yang signifikan pada perlakuan kontrol dengan serum dibandingkan dengan kontrol tanpa serum. Selain itu didapatkan juga jumlah sel HDF yang berdiferensiasi sel adiposit tertinggi pada perlakuan konsentrasi dosis madu 1%. Pada konsentrasi dosis madu 2% masih terjadi diferensiasi sel HDF menjadi sel adiposit walaupun mulai mengalami penurunan jumlah sel, dan terjadi hambatan diferensiasi sel yang mempengaruhi jumlah sel HDF yang berdiferensiasi sel adiposit terendah pada perlakuan konsentrasi dosis madu 4% dikarenakan sudah mencapai dosis toksik (kematian sel).



Gambar 1. Pengaruh jumlah sel HDF yang berdiferensiasi sel adiposit dengan perlakuan kontrol non serum, kontrol serum, konsentrasi dosis madu 0,5 %, 1%, 2% dan 4% pada hari keempat belas secara persentatif.

Hasil data kualitatif diferensiasi sel Human Dermal Fibroblast menjadi sel adiposit setelah diberi pewarnaan Oil Red- O hari ke-21 :



Gambar 2. Pengaruh jumlah sel HDF yang berdiferensiasi sel adiposit dengan perlakuan kontrol non serum, kontrol serum, konsentrasi dosis madu 0,5 %, 1%, 2% dan

4% pada hari ke dua puluh satu setelah pewarnaan Oil Red-O

B. PEMBAHASAN

Fibroblas dermal manusia (HDF) memproduksi komponen matriks ekstraseluler (ECM) yang akan membantu mengisolasi dan memperbaiki jaringan yang rusak (Binda et al, 2014). Bagian lapisan dermis pada kulit memiliki subpopulasi sel punca. Fibroblas asal dermis merupakan sel yang berperan sebagai alternatif strategi regeneratif untuk luka (Hadi et al, 2015). Fibroblas merupakan sel target berbagai faktor pertumbuhan yang mempengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi sel (Junqueira LC, 2012). Sel HDF memiliki beberapa faktor pertumbuhan, salah satu diantaranya adalah FGF (*Fibroblast Growth Factor*) (Khan et al. 2016). Faktor pertumbuhan adalah protein yang mengikat reseptor pada permukaan sel, salah satu fungsinya yaitu mengaktifkan diferensiasi sel (Zheng et al. 2006). FGF merupakan faktor pertumbuhan yang berperan dalam angiogenesis, penyembuhan luka, perkembangan embrio, dan berbagai jalur endokrin. FGF memiliki efek pada sel punca multipoten.

Karakteristik sel yang termasuk sel punca yaitu dapat berdiferensiasi trilineage, salah satunya berdiferensiasi menjadi sel-sel adiposit (Khan et al. 2016). Fibroblast mencapai kepadatan maksimum antara 7 dan 14 hari setelah cedera. Ketika fungsi anatomi jaringan ini telah pulih, jaringan granulasi mengalami remodeling yang mengarah ke penurunan kepadatan fibroblast oleh apoptosis (Golberg et al. 2013).

Sesuai dengan penjelasan diatas, telah dibuktikan pada penelitian ini pada hari ke-14 terjadi kepadatan maksimum pertumbuhan sel HDF yang berdiferensiasi menjadi sel adiposit. Karena sel HDF memiliki kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi sel adiposit, maka dapat di duga

bahwa fibroblast termasuk pada jenis stem cell.

Madu memiliki beberapa kandungan, salah satunya adalah Flavonoid (Vandamme et al, 2013). Flavonoid memiliki fungsi sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Antiinflamasi dapat memicu makrofag untuk menghasilkan factor pertumbuhan salah satunya TGF- β (Transforming Growth Factor- β). TGF- β yang akan memicu peningkatan jumlah sel fibroblast. Antioksidan dapat memicu terjadi proliferasi dan diferensiasi sel (Napanggala, 2014).

Pada penelitian ini, terlihat sel HDF dengan perlakuan kontrol serum terjadi peningkatan jumlah sel berdiferensiasi menjadi sel adiposit yang signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa serum, 0,5%, 1%. Sel HDF dengan perlakuan 0,5% terjadi peningkatan jumlah sel berdiferensiasi menjadi sel adiposit yang signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa serum. Sel HDF dengan perlakuan 1% terjadi peningkatan jumlah sel berdiferensiasi menjadi sel adiposit yang signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan kontrol serum, kontrol tanpa serum, madu 0,5%, 2%. Pada dosis madu 2% terjadi peningkatan jumlah diferensiasi sel signifikan ($P < 0,05$) dengan kelompok perlakuan kontrol tanpa serum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian madu dapat memicu terjadinya diferensiasi sel adiposit. Hal ini menunjukkan bahwa madu mempunyai peranan yang sama dengan serum untuk memaju adanya diferensiasi sel.

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa madu menciptakan suasana yang menguntungkan untuk merangsang pertumbuhan sel dan proliferasi pada regenerasi jaringan. Dilaporkan bahwa madu mengurangi peradangan, nyeri dan edema serta infeksi luka pada manusia. Diperlukan dosis pengenceran madu yang sesuai untuk meningkatkan aktivitas selular yang terkait

dengan penyembuhan luka (Chaudhary et al. 2015).

Penelitian ini juga membandingkan jumlah diferensiasi sel HDF yang terpapar pada perlakuan madu dan kelompok serum. Kelompok serum yang digunakan adalah FBS (*Fetal Bovine Serum*) yaitu merupakan suplemen pertumbuhan yang paling banyak digunakan untuk kultur sel, terutama karena faktor pertumbuhan yang tinggi dan rendahnya faktor penghambat pertumbuhan. FBS menyediakan beberapa molekul penting seperti albumin, antikomotripsin, apolipoprotein, biotin, dan faktor pendukung pertumbuhan, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal sel. Serum mengubah sifat fisikokimia pada media kultur sel, termasuk viskositas, osmolalitas, kapasitas *buffer*, dan laju difusi (Zheng et al. 2006).

Hal ini membuktikan bahwa madu berpengaruh terhadap uji diferensiasi sel HDF menjadi sel adiposit. Sehingga madu dilihat dari segi uji diferensiasi sel HDF menjadi sel adiposit, dapat menggantikan peran serum sebagai alternatif pengobatan untuk menyembuhkan luka.

KESIMPULAN

Human Dermal Fibroblast memiliki kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi sel adiposit. Hal ini dikarenakan bagian lapisan dermis pada kulit ini memiliki subpopulasi sel punca. Madu berpengaruh terhadap kemampuan uji diferensiasi sel HDF menjadi sel adiposit dan dapat menggantikan peran serum sebagai alternatif pengobatan untuk menyembuhkan luka dan kemampuan meningkatkan stemness. Kelompok perlakuan madu dosis 1% merupakan dosis yang optimum dalam membantu medium diferensiasi sel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada dr. Insan Sosiawan A. Tunru, Ph.D.

selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, dan dr. Lilian Batubara, M.Kes. selaku Wakil Dekan II Fakultas Kedokteran Universitas YARSI.

REFERENSI

- Ab Kadir, R. et al., 2012. Characterization of mononucleated human peripheral blood cells. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Alvarez-Suarez, J.M. et al., 2010. Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(1), pp.15–23.
- Arno, A. et al., 2011. Stem cell therapy: a new treatment for burns? *Pharmaceuticals*, 4(10), pp.1355–1380.
- Binda, D. et al., 2014. In vitro study of the impact of mechanical tension on the dermal fibroblast phenotype in the context of skin wound healing. *Journal of biomechanics*, 47(14), pp.3555–3561.
- Bowler, P.G., 2002. Wound pathophysiology, infection and therapeutic options. *Annals of medicine*, 34(6), pp.419–427.
- Branski, L.K. et al., 2009. A review of gene and stem cell therapy in cutaneous wound healing. *Burns*, 35(2), pp.171–180.
- Brohem, C. et al., 2013. Comparison between fibroblasts and mesenchymal stem cells derived from dermal and adipose tissue. *International journal of cosmetic science*, 35(5), pp.448–457.
- Casadei, A. et al., 2012. Adipose tissue regeneration: a state of the art. *BioMed Research International*, 2012.
- Chaudhary, A. et al., 2015. Modulating prime molecular expressions and in vitro

- wound healing rate in keratinocyte (HaCaT) population under characteristic honey dilutions. *Journal of Ethnopharmacology*, 166, pp.211–219. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.03.017>.
- Epstein, F.H., Singer, A.J. & Clark, R.A., 1999. Cutaneous wound healing. *New England journal of medicine*, 341(10), pp.738–746.
- Eteraf-Oskouei, T. & Najafi, M., 2013. Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. *Iranian journal of basic medical sciences*, 16(6), pp.731–742.
- Golberg, A. et al., 2013. Regeneration and control of human fibroblast cell density by intermittently delivered pulsed electric fields. *Biotechnology and bioengineering*.
- Hadi, R.S., Kusuma, I. & Sandra, Y., 2015. Allogeneic human dermal fibroblasts are viable in peripheral blood mononuclear co-culture. *Universa Medicina*, 33(2), pp.91–99.
- Halim D, Murti H, Sandra F, Boediono A, Djuwantono T, Setiawan B. 2010. *Stem cell-dasar teori & aplikasi klinis*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Junqueira LC, Carneiro J. 2012. *Histologi Dasar Teks dan Atlas*. Edisi 12. Jakarta : EGC
- Latifi-Pupovci, H. et al., 2015. In vitro migration and proliferation (“wound healing”) potential of mesenchymal stromal cells generated from human CD271+ bone marrow mononuclear cells. *Journal of translational medicine*, 13(1), p.315.
- Li, B. & Wang, J.H.-C., 2011. Fibroblasts and myofibroblasts in wound healing: force generation and measurement. *Journal of tissue viability*, 20(4), pp.108–120.
- Mandal, M.D. & Mandal, S., 2011. Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), pp.154–160.
- Menaldi, Sri Linuwih SW. 2015. *Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin*. Edisi ke tujuh. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Molan, P. & Rhodes, T., 2015. Honey: A Biologic Wound Dressing. *Wounds: a compendium of clinical research and practice*, 27(6), pp.141–151.
- Nordqvist C. 2012. Circumcision Benefits More Than Risks, AAP. Diakses pada 9 Oktober 2016, dari <http://www.medicalnewstoday.com/articles/249567.php>.
- Ranzato, E., Martinotti, S. & Burlando, B., 2015. Honey exposure stimulates wound repair of human dermal fibroblasts. *Burns & Trauma*, 1(1), p.32.
- Rosique, R.G., Rosique, M.J. & Farina Junior, J.A., 2015. Curbing Inflammation in Skin Wound Healing: A Review. *International journal of inflammation*, 2015.
- Salem, H.K. & Thiemermann, C., 2010. Mesenchymal stromal cells: current understanding and clinical status. *Stem cells*, 28(3), pp.585–596.
- Sheng, G., 2015. The developmental basis of mesenchymal stem/stromal cells (MSCs). *BMC developmental biology*, 15(1), p.1.
- Vandamme, L. et al., 2013. Honey in modern wound care: A systematic review. *Burns*, 39(8), pp.1514–1525.
- Wang, Y. et al., 2015. Mesenchymal stem cells for treating articular cartilage

- defects and osteoarthritis. *Cell transplantation*, 24(9), pp.1661–1678.
- Zheng, X. et al., 2006. Proteomic analysis for the assessment of different lots of fetal bovine serum as a raw material for cell culture. Part IV. Application of proteomics to the manufacture of biological drugs. *Biotechnology Progress*, 22(5), pp.1294–1300.

**Upaya Penentuan Resiko Penularan Penyakit DBD Menggunakan House Index (HI),
Container Index (CI), Dan Breteau Index (BI) Di Universitas Lampung**

Wildan Afta Mulia¹, Endah Setyaningrum², Gina Dania Pratami², Nismah Nukmal²

^{1,2}Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

E-mail : wildanafta007@gmail.com

ABSTRACT

Dengue fever endemic areas in Lampung Province are in 4 locations, namely Bandar Lampung City, South Lampung Regency, Metro City, and North Lampung Regency. Data from the Lampung Provincial Health Office shows that the DHF incidence rate (IR) in Bandar Lampung City in 2018 is 107.66 per 100,000 population. The purpose of this study was to obtain data on containers of water that have the potential to become breeding places for *Aedes* sp., calculating the value of the House Index (HI), Container Index (CI), Breteau Index (BI), and Density Figure (DF), which will be used to determine the risk criteria for dengue transmission at University of Lampung. This type of research is a descriptive study with a survey method. The parameters used are House Index (HI), Container Index (CI), Breteau Index (BI) and Density Figure (DF). The study was conducted in June to July 2019 at University of Lampung. The results of this study indicate that the type of water reservoir that has the most potential as a breeding place for *Aedes* sp. are drums and buckets. House Index (HI), Container Index (CI), Breteau Index (BI) and Density Figure (DF) values are 30%, 11%, 60% and 5. Based on HI, CI, BI, and DF values, respectively the risk criteria for transmission of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) at University of Lampung is high and potentially extraordinary events.

Keywords: House Index, Container Index, Breteau Index, Density Figure, University of Lampung.

PENDAHULUAN

Masalah penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) sampai saat ini masih cukup tinggi, sekitar 3.97 miliar orang di seluruh dunia terinfeksi virus *dengue*. Estimasi kasus baru mencapai 390 - 400 juta per tahun, dan 96 juta diantaranya muncul dengan berbagai variasi manifestasi keparahan penyakit (Brady, 2012; Bhatt, 2013).

Di Indonesia angka insidensi penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) mencapai 65, 7 per 100.000 penduduk, telah dilaporkan dari seluruh provinsi, dan lebih dari 80, 4%

kabupaten/kota telah dinyatakan sebagai daerah endemis. (Brahim, dkk, 2011).

Jumlah kasus DBD di Indonesia fluktuatif setiap tahunnya. Data dari Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik, Kemenkes RI, pada 2014 jumlah penderita mencapai 100.347, diantaranya 907 orang meninggal. Pada 2015, sebanyak 129.650 penderita dan 1.071 kematian. Sedangkan di 2016 sebanyak 202.314 penderita dan 1.593 kematian. Di 2017, terhitung sejak Januari hingga Mei tercatat sebanyak 17.877 kasus, dengan 115

kematian. Angka kesakitan atau *Incidence Rate* (IR) di 34 provinsi di 2015 mencapai 50,75 per 100 ribu penduduk, dan IR di 2016 mencapai 78,85 per 100 ribu penduduk. Angka ini masih lebih tinggi dari target IR nasional yaitu 49 per 100 ribu penduduk (Kemenkes, 2018).

Kasus baru DBD di Jawa Tengah mencapai 19.871 penderita, dan menempati peringkat ketiga di Indonesia. Angka insidensi mencapai 60, 46 per 100.000 penduduk dan angka kasus fatal 1, 26% (Brahmin, 2011). Daerah endemis demam berdarah di Provinsi Lampung terdapat di 4 lokasi yaitu Kota Bandar Lampung, Kabupaten Lampung Selatan, Kota Metro, dan Kabupaten Lampung Utara. Data dari Dinas Kesehatan provinsi Lampung memperlihatkan angka kesakitan atau *incidence Rate* (IR) DBD di kota Bandar Lampung tahun 2018 sebesar 107,66 per 100.000 penduduk (Dinas Kesehatan Provinsi Lampung, 2019).

Beberapa penelitian penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) telah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Darmawan dan Wanti (2014). Hasil penelitiannya menunjukkan nilai ρ dari *House Index* (HI) 0,887, *Container Index* (CI) 0,146 dan *Breteau Index* (BI) 0,080, yang artinya tidak ada perbedaan kepadatan jentik antara Kelurahan Alak (daerah endemis) dengan Kelurahan Belo (daerah bebas).

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Wati (2009) menunjukkan ada hubungan antara keberadaan jentik *Ae. aegypti* pada kontainer ($p=0,001$), kebiasaan menggantung pakaian ($p=0,001$), ketersediaan tutup pada kontainer ($p=0,001$), frekuensi pengurasan kontainer ($p=0,027$), pengetahuan responden tentang DBD ($p=0,030$) dengan kejadian DBD di Kelurahan Ploso Kecamatan Pacitan.

Dari beberapa penelitian di atas ternyata belum ada yang melakukan penelitian untuk menentukan kriteria resiko penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan pengukuran *House index* (HI), *Container index* (CI), *Breteau index* (BI) di Bandar Lampung khususnya di Universitas Lampung, maka penulis melakukan penelitian tentang pengukuran *House index* (HI), *Container index* (CI), *Breteau index* (BI) *Aedes* sp. sebagai upaya penentuan risiko penularan penyakit DBD di Universitas Lampung.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode survei. Rancangan penelitian ini menggunakan rancangan *cross sectional*. Pemeriksaan jentik dilakukan di Universitas Lampung pada tempat penampungan air (TPA) yang berpotensi sebagai tempat perindukan nyamuk baik yang masih terkontrol ataupun tidak terkontrol. Pada masing-masing tempat penampungan air yang ditemukan positif larva diambil sampel larvanya untuk dilakukan identifikasi. Penelitian ini dilaksanakan bulan Juni sampai Juli tahun 2019 di Universitas Lampung, Bandar Lampung. Populasi penelitian ini adalah seluruh tempat penampungan air yang ada diseluruh gedung Universitas Lampung. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah *random sampling* yang bertujuan untuk menentukan secara acak gedung-gedung yang akan diamati. Pengambilan data dilakukan dengan teknik observasi atau survei langsung ke gedung-gedung yang ada di Universitas Lampung.

Data yang telah didapat dari hasil survei kemudian dihitung dengan parameter *House Index* (HI), *Container Index* (CI), dan *Breteau Index* (BI). Angka HI menunjukkan persentase

jumlah rumah/gedung yang ditemukan jentik nyamuk. Cara menghitung nilai HI adalah sebagai berikut :

$$\text{House Index} = \frac{\text{Jumlah rumah/gedung positif jentik}}{\text{Jumlah rumah/gedung diperiksa}} \times 100\%$$

Angka CI menunjukkan persentase jumlah container yang ditemukan jentik nyamuk. Cara menghitung nilai CI adalah sebagai berikut:

$$\text{Container Index} = \frac{\text{Jumlah kontainer yang positif jentik}}{\text{Jumlah kontainer diperiksa}} \times 100\%$$

Angka BI adalah jumlah tempat penampungan air positif jentik per rumah/gedung diperiksa. Cara menghitung nilai *Breteau index* adalah sebagai berikut :

$$\text{Breteau Index} = \frac{\text{Jumlah kontainer yang positif jentik}}{\text{Jumlah rumah/gedung diperiksa}} \times 100\%$$

Indeks-indeks tersebut dapat dikategorikan sebagai parameter entomologis terhadap resiko penularan penyakit DBD yang dapat dilihat pada kategori parameter entomologis terhadap resiko penularan DBD (Tabel 1).

Selanjutnya, data yang diperoleh dari hasil perhitungan melalui HI, CI, dan BI dilihat pengkelompokannya pada tabel *Density figure* (Tabel 2).

Suatu daerah dinyatakan tidak memiliki resiko penularan penyakit DBD yang tinggi bila *Density Figure* < 1, nilai HI < 10%, dan nilai BI < 50%, dan dinyatakan memiliki resiko penularan yang tinggi bila *Density Figure* > 1, nilai HI > 10%, dan nilai BI ≥ 50. Semakin tinggi *Density Figure*, semakin signifikan dalam resiko penularan (Lazzano dkk, 2002).

Tabel 1. Kategori parameter entomologis terhadap resiko penularan DBD

Parameter Entomologis	Interpretasi Resiko Penularan
House index (HI) ≥ 5%	Resiko Tinggi
House index (HI) < 5%	Resiko Rendah
Container index (CI) ≥ 10%	Resiko Tinggi
Container index (CI) < 10%	Resiko Rendah
Breteau Index (BI) ≥ 50	Resiko Tinggi, beresiko KLB
Breteau Index (BI) < 50	Resiko Rendah, tidak berisiko KLB

Tabel 2. Density Figure

Density figure (DF)	House Index (HI)	Container Index (CI)	Breteau Index (BI)
1	1 – 3	1 - 2	1 - 4
2	4 – 7	3 - 5	5 – 9
3	8 – 17	6 - 9	10 – 19
4	18 – 28	10 - 14	20 – 34
5	29 – 37	15 – 20	35 -49
6	38 – 49	21 - 27	50 – 74
7	50 -59	28 - 31	75 – 99
8	60 – 76	32 – 40	100 – 199
9	≥77	≥41	≥200

Sumber : Service M.W, (2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dari 70 gedung yang diperiksa terdapat 21 gedung yang ditemukan positif jentik nyamuk *Aedes* sp. (Tabel 3), sehingga nilai *House Index* (HI) yang didapat adalah 30% ($\frac{21}{70} \times 100\%$).

Dari total 380 kontainer yang diperiksa terdapat 42 kontainer yang ditemukan larva (Tabel 4), nilai *Container Index* (CI) yang

didapat pada penelitian ini adalah 11% ($\frac{42}{380} \times 100\%$).

Dari jumlah kontainer yang positif ditemukan jentik nyamuk *Aedes* sp. dan jumlah gedung yang diperiksa (Tabel 5), didapatkan Nilai *Breteau Index* (BI) 60% ($\frac{42}{70} \times 100\%$).

Berdasarkan perhitungan *House Index* (HI), *Container Index* (CI), dan *Breteau Index* (BI) tersebut maka secara keseluruhan nilai ini termasuk kategori *Density Figure* (DF) = 5 artinya resiko penularan penyakit DBD di Universitas Lampung adalah tinggi.

Tabel 3. Jumlah gedung yang positif dan negatif ditemukan Larva Nyamuk *Aedes* sp. di Universitas Lampung

No	Nama Lokasi	Jumlah Gedung	Jumlah Gedung		House Index (%)
			Positif	Negatif	
1	FMIPA	11	4	7	36,36
2	FKIP	12	6	5	50
3	FEB	8	2	6	25
4	FT	7	0	7	0
5	FP	12	4	8	33,33
6	FISIP	5	2	3	40
7	FK	4	0	4	0
8	FH	6	1	5	16,67
9	Rektorat	1	1	0	100
10	Graha	1	0	1	0
11	UPT TIK	1	1	0	100
12	Perpustakaan	1	0	1	0
13	UPT Bahasa	1	0	1	0
Total		70	21	49	30

Tabel 4. Kontainer yang ditemukan Larva Nyamuk *Aedes* sp. di gedung-gedung lingkungan Universitas Lampung

No	Nama Lokasi	Jumlah Kontainer	Jumlah Kontainer		Container Index (%)
			Positif	Negatif	
1	FMIPA	52	6	48	11,53
2	FKIP	45	12	33	26,67
3	FEB	44	4	40	9,09
4	FT	40	0	40	0
5	FP	61	12	49	19,67
6	FISIP	40	3	37	7,5
7	FK	40	0	40	0
8	FH	30	1	29	3,33
9	Rektorat	11	2	9	18,18
10	Graha	3	0	3	0
11	UPT TIK	4	2	2	50
12	Perpustakaan	4	0	2	0
13	UPT Bahasa	6	0	6	0
Total		380	42	338	11

Tabel 5. Jumlah kontainer yang positif jentik dan gedung-gedung yang disurvei

No	Nama Lokasi	Jumlah Kontainer Positif	Jumlah Gedung	Breteau Index (%)
1	FMIPA	6	11	54,54
2	FKIP	12	12	100
3	FEB	4	8	50
4	FT	0	7	0
5	FP	12	12	100
6	FISIP	3	5	60
7	FK	0	4	0
8	FH	1	6	16,67
9	Rektorat	2	1	200
10	Graha	0	1	0
11	UPT TIK	2	1	200
12	Perpustakaan	0	1	0
13	UPT Bahasa	0	1	0
Total		42	70	60

B. Pembahasan

Nilai *House Index* (HI) pada penelitian ini adalah 30%, nilai ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Khairunisa (2017) di kota Semarang, nilai yang diperoleh adalah 44 %. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Astuti dan Lustiyati (2018) di sekolah dasar wilayah Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul nilai HI yang diperoleh adalah 90%.

House Index merupakan nilai yang dapat menggambarkan luas wilayah yang positif ditemukan larva nyamuk. Nilai HI yang rendah menandakan bahwa tempat tersebut memiliki resiko penularan yang rendah namun pada penelitian ini nilai HI yang didapat 30% yang menandakan resiko penularan penyakit DBD di Universitas Lampung adalah tinggi.

Berdasarkan ketentuan dari WHO (2003), suatu wilayah memiliki resiko penularan penyakit DBD yang tinggi apabila suatu wilayah tersebut mempunyai nilai HI >

5%, sedangkan berisiko rendah bila nilai HI < 1%. Semakin tinggi nilai HI maka semakin tinggi pula kepadatan nyamuk dan semakin tinggi juga risiko penularan penyakit DBD.

Tingginya nilai HI sangat tergantung oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya, kelembaban, dan temperatur ruangan tempat kontainer berada. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Astuti dan Lustiyati (2018) di Sekolah Dasar Wilayah Kecamatan Kasihan, Bantul Yogyakarta, memiliki hubungan antara intensitas cahaya dengan keberadaan larva *Aedes* sp. Intensitas cahaya yang masuk kedalam ruangan yang ada tempat penampungan airnya, masih tergolong rendah karena ditemukan sebagian besar ruangan tersebut dalam kondisi gelap, hal itu sangat berpengaruh dalam perkembangbiakan nyamuk karena nyamuk lebih sering meletakkan telur-telurnya di ruangan yang

intensitas cahayanya kurang dan lembab untuk mempermudah proses perkembang biaknya.

Menurut Hidriyah (2010), adanya peningkatan suhu dan kelembaban udara dapat mempengaruhi bahkan merubah perilaku menggigit dan rata-rata angka gigitan (*biting rate*) suatu populasi nyamuk. Kondisi tersebut juga memicu semakin cepatnya perkembangbiakan nyamuk dan semakin pendeknya masa kematangan parasit nyamuk.

Nilai *Container Index* (CI) pada penelitian ini adalah 11% nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiratama (2016) di Pelabuhan Laut Samudera Bitung, Sulawesi Utara, dan Astuti dan Amalia (2017) di Dusun Mejing Kidul, Ambarketawang, Gamping, Sleman Yogyakarta yang masing-masing nilai CI-nya adalah sebesar 4,71% dan 6,92%.

Nilai CI menggambarkan jumlah penampungan air yang positif ditemukan larva dari jumlah penampungan air yang telah diperiksa. Nilai CI yang didapatkan dari penelitian ini adalah 11% yang menandakan resiko penularan di Universitas Lampung adalah sedang. Hal ini sesuai ketentuan WHO (2003), suatu wilayah mempunyai CI $\geq 5\%$ berarti risiko penularan DBD di daerah itu sedang atau tinggi, sedangkan apabila CI kurang $\leq 5\%$, berarti risiko penularan penyakit DBD rendah.

Tingginya nilai CI dipengaruhi beberapa faktor yaitu volume kontainer, jenis air, dan warna kontainer. Hal ini sesuai dengan teori Knox, dkk (2007), menyatakan bahwa ada hubungan antara volume kontainer dengan jumlah jentik yang dihasilkan. Hal ini berarti kontainer dengan volume besar (≥ 50 liter) akan menjadi perindukan jentik yang secara epidemiologi mempunyai arti penting. Kontainer yang memiliki volume yang besar akan lebih lama menampung air sehingga sesuai untuk dijadikan tempat perindukan bagi

nyamuk. Semakin lama tersedianya air dalam kontainer akan menjaga siklus hidup larva yang berkisar 10-12 hari dari telur menetas hingga menjadi nyamuk, sedangkan pada kontainer yang volumenya kecil akan lebih cepat habis airnya dan diganti dengan yang baru sehingga walaupun ada nyamuk yang sempat bertelur di kontainer tersebut, telur akan ikut terbuang bersama air karena telur belum sempat menetas dan berubah menjadi nyamuk.

Menurut Herms (2006), nyamuk *Aedes* sp. meletakkan telur-telurnya di tepi permukaan air yang bersih, sedikit di atas permukaan air, dan tidak terlalu dalam.

Menurut Wuwungan, dkk (2013), preferensi nyamuk *Ae. aegypti* pada beberapa media air bahwa nyamuk *Ae. aegypti* lebih memilih kontainer yang memiliki warna hitam/gelap dibandingkan dengan yang berwarna putih. Kontainer yang ditemukan positif jentik yaitu ada pada kontainer drum dan ember.

Nilai *Breteau Index* (BI) yang diperoleh dari penelitian ini adalah 60% nilai ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arum (2014), survei di tiga kelurahan di kabupaten Tulung Agung secara keseluruhan menunjukkan nilai BI sebesar 36,47%, dan penelitian yang dilakukan oleh Malonda, dkk (2015) di Kecamatan Tanantovea, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah nilai BI yang didapat adalah 39,13%.

Tinggi rendahnya nilai BI disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah hubungan antara kondisi sanitasi yang ada di lingkungan dengan keberadaan jentik vektor *dengue*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Apriyani, dkk (2017) responden dengan kualitas tempat penampungan air bersih yang sanitasinya kurang baik berisiko 3,6 kali terinfeksi penyakit DBD dari responden yang

mempunyai sanitasi tempat penampungan air bersih yang baik, kemudian penelitian yang dilakukan oleh Ariyadi (2012) di Kota Jambi, keberadaan jentik positif berisiko 1,8 kali lebih besar terkena DBD dibandingkan dengan responden dengan keberadaan jentik negatif.

Berdasarkan hasil di atas nilai BI pada penelitian ini berpotensi terjadi Kejadian Luar Biasa (KLB) untuk penyakit DBD. Menurut Ramadhani dan Hendri (2013), indikator kejadian luar biasa demam berdarah *dengue* adalah, ketika nilai *Breteau Index* (BI) $\geq 50\%$ maka daerah tersebut berpotensi untuk mengalami KLB.

Berdasarkan ketentuan dari WHO (2001) *Breteau Index* (BI) merupakan indeks larva yang dapat menjabarkan keberadaan larva-larva nyamuk suatu daerah dengan akurat karena memuat hubungan antara rumah dengan penampungan air yang positif ditemukan larva. Indeks ini dapat digunakan untuk menentukan upaya pengendalian pada manajemen atau pemusnahan habitat nyamuk diperumahan dan untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat, dalam mengendalikan vektor *dengue* seperti melakukan perbaikan pada sanitasi dilingkungan untuk meminimalkan tempat perkembang biaknya vektor.

Berdasarkan perhitungan HI, CI, dan BI tersebut maka secara keseluruhan didapatkan nilai *Density Figure* (DF) = 5 artinya resiko penularan penyakit DBD di Universitas Lampung adalah tinggi. Hasil ini sesuai dengan ketentuan Lazzano, dkk (2002) jika ditemui suatu daerah memiliki nilai *Density Figure* (DF) > 1 , ini menandakan kemungkinan penularan penyakit DBD di daerah tersebut tinggi, Berdasarkan hal diatas, Universitas Lampung memiliki kemungkinan penularan penyakit DBD yang tinggi karena nilai DF keseluruhannya > 1 .

Menurut Wahyono, dkk, (2010) faktor yang berhubungan dengan penyakit DBD adalah faktor host, faktor lingkungan, dan faktor perilaku. Salah satu faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi penyakit DBD adalah kepadatan nyamuk dan tempat perindukan. Semakin tinggi kepadatan nyamuk maka akan semakin besar kemungkinan manusia di sekitarnya untuk dihisap darahnya yang diperlukan oleh nyamuk tersebut untuk mematangkan telurnya, dan semakin banyak tempat potensial yang bisa menjadi tempat perindukan nyamuk maka akan semakin mudah nyamuk untuk menaruh telurnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei jenis tempat penampungan air yang memiliki potensi untuk perindukan nyamuk dan banyak ditemukan larva *Aedes* sp. adalah drum dan ember yang memiliki volume besar, warna gelap, dan yang berada di ruangan gelap.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai dari *House Index* (HI), *Container Index* (CI), *Breteau Index* (BI), dan *Density Figure* (DF) berturut-turut adalah 30%, 11%, 60%, dan 5.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat ditentukan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Universitas Lampung adalah tinggi dan berpotensi terjadi kejadian luar biasa (KLB).

REFERENSI

Ariyadi, B. 2012. Hubungan Keberadaan Jentik *Aedes* sp. dan Kondisi Sanitasi Lingkungan Terhadap Kejadian DBD di Kota Jambi, Yogyakarta. (tesis). Program Pascasarjana UGM. Yogyakarta.

- Arum S.J. 2014. Kepadatan Larva Nyamuk Vektor sebagai Indikator Penularan Demam Berdarah Dengue di Daerah Endemis di Jawa Timur. *Jurnal Vektor Penyakit*, 8 (2) : 33 – 40.
- Astuti, F.D. dan Amalia S. 2017. Perbedaan Indeks Entomologi Pemantauan Jumantik Dewasa dan Jumantik Anak di Dusun Mejing Kidul, Ambarketawang, Gamping, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Vektor Penyakit*. 11 (1) : 33-42.
- Astuti P, dan Lustiyati, E.D. 2018. Hubungan Kondisi Lingkungan terhadap Tingkat Kepadatan Larva *Aedes* sp. di Sekolah Dasar Wilayah Kecamatan Kasihan, Bantul, Di Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 9(3):216-225.
- Bhatt S., 2013. *The global distribution and burden of dengue*. Nature 496: 504-507.
- Brady O.J. 2012. *Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus*. PLoS Neglected Tropical Diseases 6(8): 1-15.
- Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. 2019. *Profil Kesehatan Provinsi Lampung 2018*. Lampung. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung.
- Hermes, W. 2006. *Medical Entomology*, The Macmillan Company, United States of America.
- Hidriyah, S. 2010. *Respons Indonesia Terhadap Dampak Perubahan Iklim Di Bidang Kesehatan*. Pusat Pengkajian Pengolahan Data dan Informasi (PD3I) Sekretariat Jenderal DPR Republik Indonesia. Jakarta.
- Kemendes RI. 2018. *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2017*. Ditjen PP dan PL Kemendes RI. Jakarta.
- Khairunisa, U. 2017. Kepadatan Jentik Nyamuk *Aedes* sp. (*House Index*) sebagai Indikator Surveilans Vektor Demam Berdarah Dengue Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5 (5) : 2356-3346.
- Knox T. B. Yen. N.T., Nam V.S., Gatton M.L., Kay B.H., Ryan. P.A. 2007. Critical Evaluation of Quatitative Sampling Methods for *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) Immatures in Water Storage Container in Vietnam, *Journal Medis Entomol.* 44 (2):. 192-204 (2007).
- Lazzano RD, Rodrauez MH, Avita MH. 2002. Gender Related Family Head scholling an *Aedes aegypti* larval Breeding Risk in southern. Mexico 3. Mexico. Salud Publica.
- Malonda M., Yusran U., Hasrida M., Risti R., Jastal J. 2015. Survei Jentik DBD di Tempat-tempat Umum (TTU) di Kecamatan Tanantovea, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *Jurnal Vektor Penyakit*, 9 (1) : 9 – 14.
- Ramadhani, M.M. dan Hendri.A., 2013. Kepadatan dan Penyebaran *Aedes aegypti* Setelah Penyuluhan DBD di Kelurahan Paseban, Jakarta Pusat. *Jurnal Kedokteran Indonesia. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.* 1 (1) : 10-14.
- Service M.W, 2008. *Mosquito Ecology Field Sampling Methods*. Chapman and Hall.
- Wati. 2009. *Beberapa Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di*

- Kelurahan Ploso Kecamatan Pacitan Tahun 2009.* (skripsi) Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Wahyono, T. Y. M.; Haryanto, B.; Mulyono, S.; Andiwibowo, A. 2010. *Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian demam berdarah dan upaya penanggulangannya.* Buletin Jendela Epidemiologi. Jakarta:
- WHO. 2001. *Modul pedoman Penata Laksanaan Kasus DBD.* Kedokteran EGC. Jakarta.
- WHO. 2003. *A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators for Dengue Vectors.* WHO.
- Wiratama T.G. 2016. Survei larva *Aedes* sp. di atas kapal yang bersandar di pelabuhan laut Samudera Bitung Sulawesi Utara. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*.4 (2).
- Wuwungan A. A., Saartje J Lumanauw, Jimmy Posangi, Odi R Pinontoan. 2013. Prefrensi Nyamuk *Aedes aegypti* pada Beberapa Media Air. *Jurnal Biomedik (JBM)*. 5 (1): 32-37.

**Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Sukun
(*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) Terhadap Populasi Sel
Spermatogenik, Diameter dan Tebal Epitel Tubulus Seminiferus
Mencit (*Mus musculus* L.) yang
Diinduksi Aloksan**

Dewi Larasati ¹⁾, Nuning Nurcahyani ¹⁾, Sutyarso ¹⁾, Hendri Busman ¹⁾

¹⁾ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

Jln. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

Email: dewilarasati513@gmail.com

ABSTRACT

Hyperglycemia or high blood glucose levels are main causes of Diabetes Mellitus which are known to cause ejaculation disorders and interfere with spermatogenesis. With the disturbance of spermatogenesis, it will cause a decrease in the population of spermatogenic cells in the seminiferous tubules. This study aims to determine the effect of breadfruit ethanol extract (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) in repairing damage to the seminiferous tubules caused by high free radicals in mice (*Mus musculus* L.) induced by alloxan. This study used Completely Randomized Design (CRD) consisting of five treatment groups with five replications using male mice. Group K- as negative control (given 0.4 ml of aquabides), group K + as positive control (induced 150 mg/kg alloxan), group P1 (alloxan induced at 150 mg/kgW and ethanol extract of breadfruit leaves at a dose of 5.6 mg/40grW), P2 (alloxan induced at dose of 150 mg /kgW and breadfruit ethanol extract at a dose of 11.2 mg/40grW), and P3 (alloxan induced at dose of 150 mg/kgW and ethanol extract of breadfruit leaves at a dose of 22.4 mg/40grW). The data obtained were tested using One Way ANOVA and continued with BNT at 5% significance level. The results showed that the administration of breadfruit ethanol extract to seminiferous tubules of alloxan-induced mice could significantly increase the average of primary spermatocyte cells and diameter of the seminiferous tubules of mice, but did not have a significant effect on increasing the average of spermatogonia cells, spermatid cells, and epithelial thickness. seminiferous tubules.

Keyword: hyperglycemia, breadfruit leaves, seminiferous tubules

PENDAHULUAN

Tingginya kadar glukosa darah (Hiperglikemik) pada seseorang menjadi penyebab utama penyakit Diabetes Mellitus atau yang biasa dikenal dengan penyakit kencing manis. Peningkatan glukosa darah yang cukup tinggi disertai dengan peningkatan radikal bebas di dalam tubuh sehingga memicu berbagai komplikasi. Adanya peningkatan glukosa darah berkaitan dengan resistensi insulin (Abbas dan Maitra, 2015). Hal ini juga dapat menyebabkan

perubahan histologi tubulus seminiferus yang menjadi tempat proses pembentukan sperma.

Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) memiliki banyak manfaat seperti tanaman pangan dan juga sebagai tanaman obat. Tanaman sukun memiliki bagian tumbuhan yang bermanfaat sebagai tanaman obat. Buahnya digunakan oleh masyarakat sebagai penguat fungsi hati. Bagian daun juga dapat digunakan untuk pengobatan sirosis hati, hipertensi dan diabetes (Jagtap dan Bapat, 2010).

Kemampuan daun sukun dalam mengobati beberapa penyakit kronis adalah karena

senyawa yang terkandung di dalamnya. Daun sukun mengandung beberapa senyawa yang berkhasiat bagi tubuh seperti polifenol, asam hidrosionat, tanin, quercetin dan ortoindosionin. Senyawa ortoindosionin dan quercetin merupakan kelompok senyawa turunan flavonoid yang berfungsi sebagai zat antioksidan dan banyak digunakan sebagai komponen aktif dalam obat-obatan. Dalam penelitian ini akan memanfaatkan daun sukun sebagai sumber pengobatan gula darah yang tinggi dan kolesterol yang tinggi pada mencit (*Mus musculus* L.) dengan melihat pengaruhnya terhadap struktur histologi organ jantan yaitu tubulus seminiferus. Pada penelitian ini mendorong peneliti untuk melihat pengaruh pemberian ekstrak daun sukun terhadap histologi tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus* L.) yang diinduksi aloksan.

METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 – Februari 2019 di Laboratorium Zoologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung untuk pemeliharaan dan perlakuan hewan uji. Untuk pembuatan ekstrak etanol daun sukun dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Untuk pembuatan histologi dilakukan di Laboratorium Patologi Balai Penyidikan dan Pengujian Veteriner (BPPV) Regional III Bandar Lampung.

B. Alat dan Bahan

diberi ekstrak etanol daun sukun dengan dosis 22,4 mg/40 gram BB selama 35 hari.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kandang mencit beserta penutup, wadah pakan mencit, botol, rak kandang mencit, sonde lambung, seperangkat alat bedah, mikropipet, *hemositometer*, penyaring dan pompa vacum, jarum suntik, mikroskop binokuler, oven, gelas ukur, tabung reaksi, tisu, kertas label, kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 25 ekor mencit (*Mus musculus* L.) jantan dengan berat sekitar 30-40 gram, pelet, air minum mencit, sekam padi, aloksan, *aqua pro injection*, alkohol, kloroform, aquabides, buffer formalin 10%, NaCl 0,9%, alkohol 70%, 80%, 90%, 96%, dan alkohol absolut, xylol, parafin (titik didih 56 – 80°C), zat warna Hematoksin-Eosin (HE), canada balsam, dan ekstrak etanol daun sukun.

C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini bersifat eksperimental, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan Acak Lengkap digunakan karena unit eksperimental bersifat homogen. Perlakuan dilakukan secara acak dengan 5 perlakuan dan 5 kali ulangan. Kelompok kontrol negatif (K-) hanya diberi pakan standar dan aquabides, kelompok kontrol positif (K+) diinduksi aloksan dengan dosis 150 mg/kgBB tiga kali selama 6 hari, kelompok perlakuan pertama (P1) diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun dengan dosis 5,6 mg/40 gram BB selama 35 hari, perlakuan kedua (P2) diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun dengan dosis 11,2 mg/40 gram BB selama 35 hari, perlakuan ketiga (P3) diinduksi aloksan dan

D. Induksi Aloksan

Penginduksian aloksan dilakukan sebanyak 3 kali selama 6 hari yang bertujuan untuk menciptakan keadaan *hiperglikemia* pada hewan uji. Semua kelompok perlakuan (kecuali K-) diinduksi aloksan dengan cara menyuntikkan larutan aloksan secara subkutan yaitu dibagian tengkuk. Dosis aloksan yang digunakan yaitu 150 mg/kgBB. Sebelum disuntikan hewan uji dipuaskan terlebih dahulu selama 8-12 jam namun tetap diberi air minum yang cukup. Selanjutnya, dilakukan pengukuran kadar glukosa darah hewan uji sebelum diinduksi aloksan. Sebanyak 6 mg aloksan dilarutkan dalam 0,3 ml *aqua pro injection*. Kemudian disuntikkan larutan aloksan secara subkutan dibagian tengkuk hewan uji. Setelah 24 jam diinduksi, mencit diberi 3 ml air gula 5% secara oral, untuk mencegah terjadinya *hipoglikemia* yang fatal.

E. Pembuatan Ekstrak

Daun dibersihkan terlebih dahulu lalu dikeringkan, lama pengeringan kurang lebih sekitar 7 hari. Daun yang telah kering kemudian diblender sampai menjadi bubuk halus kemudian direndam dengan menggunakan etanol 96%. Setelah direndam, bahan kemudian disaring untuk memisahkan zat yang dibutuhkan dengan ampasnya. Untuk memisahkan senyawa dengan etanol maka dilakukan destilasi. Hasil ekstrak yang didapatkan dalam bentuk padat berwarna hijau pudar dan sebelum diberikan pada hewan uji, harus diencerkan terlebih dahulu dengan menggunakan CMC 1% sesuai dengan dosis perlakuan yang digunakan. Pemberian bahan uji berupa ekstrak daun sukun dilakukan secara oral dengan menggunakan spuit yang ujungnya dipasang sonde lambung untuk setiap mencit. Pemberian ekstrak dilakukan setiap hari pada

pagi hari. Sebelum dilakukan pengamatan mencit dimatikan dengan menggunakan desikator, kemudian dibedah.

F. Pengamatan Populasi Sel Spermatogenik

Pengamatan sel-sel spermatogenik dilakukan dengan mikroskop perbesaran 400x dengan menghitung jumlah sel-sel meliputi sel spermatogonia, sel spermatosit primer, dan sel spermatid secara manual. Perhitungan jumlah sel-sel tersebut dilakukan pada setiap tubulus seminiferus yang telah dipilih dan dihitung dengan cara menghitung satu bidang dari tubulus seminiferus tersebut yang telah dibagi empat bagian lalu hasil dikalikan empat sesuai dengan pembagian bidang tubulus seminiferus.. Pengamatan dilakukan pada potongan melintang tubulus seminiferus yang diambil secara *random*.

G. Pengamatan Diameter Tubulus Seminiferus

Pengukuran preparat diameter tubulus seminiferus dilakukan dengan menggunakan mikrometer pada lensa okuler. Pengukuran diameter tubulus seminiferus menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Diameter tubulus seminiferus diukur dengan cara menghitung diameter tubulus seminiferus yang terpilih secara *random*

dengan dua sisi yang berbeda dan di rata-ratakan.

H. Pengamatan Tebal Epitel tubulus Seminiferus

Pengukuran tebal epitel tubulus seminiferus dilakukan dengan menggunakan mikrometer pada lensa okuler. Pengukuran tebal epitel tubulus seminiferus menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Tebal epitel tubulus seminiferus diukur dengan cara menghitung tebal epitel tubulus seminiferus yang terpilih secara *random* pada bagian lapisan luar yaitu sel spermatogonia hingga bagian sel spermatid.

I. Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan, yang masing – masing perlakuan dilakukan dengan lima kali pengulangan. Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan *Analisis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Apabila ada perbedaan nyata akan dilanjutkan menggunakan uji BNT (beda nyata terkecil) pada taraf 5% sebagai perbandingan dari masing – masing perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Sel Spermatogenik

Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) terhadap jumlah sel spermatogenik mencit (*Mus musculus* L.) dapat dilihat pada Tabel 1 – 3.

Tabel 1. Rata-rata jumlah sel spermatogonia mencit yang diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun

Perlakuan (Dosis)	Sel spermatogonia (Mean \pm Std. Deviasi)
K(-)	56,8 \pm 7,7 ^a
K(+)	40,4 \pm 7,7 ^b
P1	48,8 \pm 9,6 ^{ab}
P2	50,4 \pm 11,5 ^{ab}
P3	56,8 \pm 11,1 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT.

K(-) = diberi aquabides 0,4 ml

K(+) = Dosis Aloksan 150mg/kgBB

P1 = Dosis 5,6 mg/grBB

P2 = Dosis 11,2 mg/grBB

P3 = Dosis 22,4 mg/grBB

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa pada pemberian dosis ekstrak etanol daun sukun 5,6 mg/grBB dan 11,2 mg/grBB tidak memiliki pengaruh yang nyata dalam meningkatkan jumlah rata-rata sel spermatogonia jika dibandingkan dengan K(-) (Kontrol negatif). Pada perlakuan P3 (22,4 mg/grBB) memiliki jumlah rata-rata sel spermatogonia yang sama dengan K(-) (Kontrol negatif). Kelompok perlakuan K(+) (Kontrol positif) menunjukkan bahwa jumlah rata-rata sel spermatogonia mengalami penurunan jika dibandingkan dengan K(-) (Kontrol negatif).

Berdasarkan hasil analisis statistik, dapat dilihat bahwa K(-) tidak berbeda nyata dengan P3, namun berbeda nyata dengan K(+), P1, dan P2. Pada K(+) memiliki

perbedaan yang nyata terhadap semua parameter lain. Pada kelompok P1 tidak berbeda nyata dengan P2, namun berbeda nyata dengan K(-), K(+), dan P3. Pada P2 tidak memiliki perbedaan yang signifikan dibanding kelompok perlakuan P1, namun memiliki perbedaan yang nyata/signifikan dengan kelompok K(-), K(+), dan P3. Pada kelompok perlakuan P3 terlihat tidak memiliki perbedaan yang nyata dengan kelompok K(-), namun memiliki perbedaan yang nyata terhadap kelompok K(+), P1, dan P2. Hal ini dapat dilihat pada data statistik dengan kelompok *Grouping* dengan huruf yang sama. Maka, antar kelompok perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$).

Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) terhadap jumlah sel spermatosit primer mencit (*Mus musculus* L.) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata jumlah sel spermatosit primer mencit yang diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun

Perlakuan (Dosis)	Sel spermatosit primer (Mean \pm Std. Deviasi)
K(-)	78,8 \pm 11,4 ^b
K(+)	64 \pm 18,2 ^b
P1	87,2 \pm 23,2 ^b
P2	61,6 \pm 21,8 ^b
P3	121,6 \pm 36,7 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT.

K(-) = Diberikan aquabides 0,4 ml
K(+) = Dosis Aloksan 150mg/kgBB
P1 = Dosis 5,6 mg/grBB
P2 = Dosis 11,2 mg/grBB

P3 = Dosis 22,4 mg/grBB

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa pada perlakuan P2 (11,2 mg/grBB), rata-rata jumlah sel spermatosit primer mencit (*Mus musculus* L.) mengalami penurunan dibandingkan dengan kelompok K(+) yang hanya diinduksi aloksan. Pada perlakuan P3 (22,4 mg/grBB), rata-rata jumlah sel spermatosit primer mengalami peningkatan dibandingkan kelompok perlakuan lainnya.

Dalam data hasil analisis statistik menunjukkan bahwa K(-) tidak berbeda nyata dengan K(+), P1, dan P2, namun berbeda nyata dengan P3. Pada K(+) tidak memiliki perbedaan yang nyata terhadap kelompok perlakuan K(-), P1, dan P2 namun berbeda nyata terhadap kelompok perlakuan P3. Pada kelompok P1 tidak berbeda nyata dengan K(+), namun berbeda nyata dengan K(-), P2, dan P3. Pada P2 tidak memiliki perbedaan yang signifikan dibanding kelompok perlakuan K(-), K(+), dan P1 namun memiliki perbedaan yang nyata/signifikan dengan kelompok P3. Pada kelompok perlakuan P3 memiliki perbedaan yang nyata terhadap semua parameter lain. Hal ini dapat dilihat pada data statistik dengan kelompok *Grouping* yang menunjukkan huruf yang sama. Maka pada data analisis statistik menunjukkan bahwa pada rata-rata jumlah sel spermatosit primer memiliki pengaruh yang bermakna dan signifikan pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$).

Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) terhadap jumlah sel spermatid mencit (*Mus musculus* L.) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata jumlah sel spermatid mencit yang diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun

Perlakuan (Dosis)	Rata-rata jumlah sel spermatid (Mean ± Std. Deviasi)
K(-)	131,2 ± 43,2 ^a
K(+)	130,4 ± 72,1 ^a
P1	114,4 ± 17,6 ^a
P2	108 ± 13,6 ^a
P3	113,6 ± 26,7 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT.

- K(-) = Diberikan aquabides 0,4 ml
K(+) = Dosis Aloksan 150mg/kgBB
P1 = Dosis 5,6 mg/grBB
P2 = Dosis 11,2 mg/grBB
P3 = Dosis 22,4 mg/grBB

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada perlakuan K(+) (Aloksan 150mg/kgBB), P1 (5,6 mg/grBB), P2 (11,2 mg/grBB), dan P3 (22,4 mg/grBB), jumlah rata-rata sel spermatid mencit (*Mus musculus* L.) mengalami penurunan setelah pemberian perlakuan jika dibandingkan dengan K(-) (Kontrol negatif).

Secara statistik, pada pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) dengan dosis 5,6 mg/grBB, dosis 11,2 mg/grBB, dan dosis 22,4 mg/grBB, jumlah rata-rata sel spermatid mencit tidak menunjukkan perbedaan yang nyata jika dibandingkan dengan kelompok K(-) maupun kelompok K(+) (Aloksan 150mg/kgBB) Begitupun antar kelompok perlakuan juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$).

Dalam data hasil analisis statistik menunjukkan bahwa setiap kelompok perlakuan tidak memiliki perbedaan yang

signifikan. Hal ini dapat dilihat pada data statistik dengan kelompok *Grouping* yang menunjukkan huruf yang sama.

Jumlah rata-rata sel spermatid dari setiap perlakuan tidak jauh berbeda. Hanya saja rata-rata jumlah sel spermatid yang paling tinggi ialah pada kelompok K(-) sebagai kontrol negatif, dan rata-rata jumlah yang paling rendah adalah pada kelompok perlakuan dengan dosis 11,2 mg/grBB (P2).

Diameter Tubulus Seminiferus

Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) terhadap diameter tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus* L.) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Diameter tubulus seminiferus mencit yang diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun

Perlakuan (Dosis)	Diameter tubulus seminiferus (Mean ± Std. Deviasi) (μm)
K(-)	69,2 ± 9,3 ^{bc}
K(+)	62,2 ± 8,8 ^c
P1	73,5 ± 9,4 ^{ab}
P2	80,5 ± 6,1 ^a
P3	69,6 ± 5,6 ^{bc}

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT.

- K(-) = Diberikan aquabides 0,4 ml
K(+) = Dosis Aloksan 150mg/kgBB
P1 = Dosis 5,6 mg/grBB
P2 = Dosis 11,2 mg/grBB
P3 = Dosis 22,4 mg/grBB

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada perlakuan P1 (5,6 mg/grBB), P2 (11,2 mg/grBB), dan P3 (22,4 mg/grBB), jumlah rata-rata diameter tubulus seminiferus mencit mengalami peningkatan setelah pemberian perlakuan jika dibandingkan dengan K(+) (Aloksan 150mg/kgBB). Adapun pada kelompok K(-) (kontrol negatif) juga terlihat mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan kelompok K(+) (Aloksan 150mg/kgBB).

Berdasarkan uji statistik, Rata-rata diameter tubulus seminiferus mencit menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$). Dapat dilihat bahwa K(-) tidak berbeda nyata dengan P3, namun berbeda nyata dengan K(+), P1, dan P2. Pada kelompok perlakuan K(+), P1, dan P2 memiliki perbedaan yang nyata terhadap kelompok perlakuan lainnya. Pada kelompok perlakuan P3 tidak memiliki perbedaan yang signifikan dibanding kelompok perlakuan K(-), namun memiliki perbedaan yang nyata/signifikan dengan kelompok K(+), P1, dan P2. Hal ini dapat dilihat pada data statistik dengan kelompok *Grouping* dengan huruf yang sama merupakan kelompok perlakuan dengan hasil analisis yang tidak berbeda secara signifikan.

Tebal Epitel Tubulus Seminiferus

Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) terhadap diameter tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus* L.) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata tebal epitel tubulus seminiferus mencit yang diinduksi aloksan dan diberi ekstrak etanol daun sukun

Perlakuan (Dosis)	Tebal Epitel Tubulus Seminiferus (Mean \pm Std. Deviasi) (μ m)
K(-)	21,4 \pm 6,5 ^a
K(+)	16,2 \pm 2,8 ^a
P1	20,6 \pm 7,1 ^a
P2	19 \pm 3 ^a
P3	18,4 \pm 3,1 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT.

K(-) = Diberikan aquabides 0,4 ml
K(+) = Dosis Aloksan 150mg/kgBB
P1 = Dosis 5,6 mg/grBB
P2 = Dosis 11,2 mg/grBB
P3 = Dosis 22,4 mg/grBB

Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan bahwa pada perlakuan P1 (5,6 mg/grBB), P2 (11,2 mg/grBB), dan P3 (22,4 mg/grBB), rata-rata ketebalan sel-sel spermatogenik pada tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus* L.) mengalami peningkatan setelah pemberian perlakuan jika dibandingkan dengan K(+) (Aloksan 150g/kgBB). Pada kelompok kontrol negatif (K-) memiliki rata-rata ketebalan sel-sel spermatogenik yang paling tinggi jika dibandingkan perlakuan yang lainnya.

Dalam data hasil analisis statistik menunjukkan bahwa setiap kelompok perlakuan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat pada hasil statistik dengan kelompok *Grouping* yang menunjukkan huruf yang sama.

Secara uji statistik, pada pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) dengan dosis 5,6 mg/grBB, dosis 11,2 mg/grBB, dan dosis 22,4 mg/grBB tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibanding kelompok K(-) maupun kelompok K(+) (Aloksan 150mg/kgBB) pada rata-rata ketebalan sel-sel spermatogenik mencit. Begitupun antar kelompok perlakuan juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$).

B. Pembahasan

Sel Spermatogenik

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap jumlah sel-sel spermatogenik, dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah sel spermatogonia setelah pemberian ekstrak etanol daun sukun tidak mengalami perubahan yang nyata pada dosis perlakuan (5,6 mg/grBB, 11,2 mg/grBB, dan 22,4 mg/grBB) jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan K(+) (Aloksan 150mg/kgBB).

Pemberian dosis ekstrak etanol daun sukun tidak berpengaruh secara nyata terhadap peningkatan jumlah sel-sel spermatogonia, jika kita lihat pada data pengamatan, tertera bahwa rata-rata jumlah sel spermatogonia pada kelompok perlakuan yang diberi ekstrak etanol daun sukun dengan dosis 5,6 mg/grBB (P1) dan 11,2 mg/grBB (P2) memiliki data yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif (K-). Hal tersebut diduga karena ekstrak etanol daun sukun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap sel spermatogonia mencit, namun pada kelompok perlakuan yang diberi aloksan 150 mg/kgBB, jumlah rata-rata sel

spermatogonia lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif (K-) ataupun kelompok perlakuan yang diberi ekstrak etanol daun sukun dengan dosis 5,6 mg/grBB (P1), 11,2 mg/grBB (P2), dan dosis 22,4 mg/grBB (P3), hal ini membuktikan bahwa aloksan memberikan pengaruh yang nyata terhadap sel spermatogonia karena radikal bebas dari pemberian senyawa aloksan. Menurut Sinaga (2012), bahwa glukosa darah yang tinggi pada penderita diabetes mellitus menyebabkan terhambatnya sintesis protein yang menyebabkan berkurangnya produksi hormon testosteron yang diperlukan untuk mengawali, mempertahankan proses spermatogenesis dan mempertahankan kualitas spermatozoa hingga keluar dari tubuh. Terjadi penurunan kadar testosteron yang signifikan pada kadar glukosa darah yang tinggi dan juga disertai penurunan LH dan FSH yang mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah spermatozoa.

Jumlah rata-rata sel spermatogonia pada kelompok perlakuan yang diberi ekstrak etanol daun sukun P1 dan P2 terlihat lebih rendah dari K(-) diduga karena sel-sel spermatogonia dalam tubulus seminiferus mempunyai sensitivitas yang berbeda terhadap hadirnya zat aktif pada ekstrak etanol daun hal ini sesuai dengan pernyataan Johnson dan Everitt (1990) dalam Sukmaningsih (2009), menjelaskan bahwa sel-sel dalam tubulus seminiferus mempunyai sensitivitas yang berbeda-beda terhadap pengaruh luar. Sel-sel

spermatogonia merupakan sel induk yang mudah dipengaruhi oleh pengaruh luar tetapi umumnya lebih tahan dari sel-sel spermatogenik yang lainnya (Satriyasa, 2008), hal tersebut terbukti bahwa pada sel-sel spermatogenik sensitif terhadap pemberian senyawa aloksan yang menurun dan pemberian ekstrak etanol daun sukun yang dapat meningkat jika dibandingkan kelompok perlakuan K(+) namun P1 dan P2 lebih rendah dari kelompok K(-).

Berdasarkan hasil analisis ANOVA dan BNT 5% tentang pengaruh pemberian ekstrak etanol daun sukun terhadap populasi sel spermatosit primer mencit (*Mus musculus* L.), dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah sel spermatosit primer pada tubulus seminiferus mencit yang diinduksi aloksan dengan pemberian ekstrak etanol daun sukun tidak mengalami perubahan yang nyata pada dosis perlakuan 5,6 mg/grBB (P1) dan 11,2 mg/grBB (P2) jika dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif (K-) dan K(+) (Aloksan 150mg/kgBB).

Aloksan memiliki pengaruh yang buruk terhadap spermatogenesis ketika pemberian aloksan membuat keadaan hiperglikemik pada mencit. Hal ini karena stres oksidatif yang meningkat seiring dengan peningkatan kadar glukosa darah. Dengan pemberian ekstrak etanol daun sukun selain untuk menurunkan kadar glukosa darah juga mampu untuk memperbaiki spermatogenesis. Pada sel spermatosit primer, ekstrak etanol daun sukun memberikan pengaruh yang berarti dan signifikan pada kelompok perlakuan P3. Terbukti bahwa kandungan ekstrak etanol daun sukun yang menghasilkan antioksidan yang dapat memperbaiki kerusakan pada sel spermatosit primer karena adanya radikal bebas.

Pada P1 dan P3 terdapat peningkatan jumlah sel spermatosit primer dibandingkan dengan P2 yang terlihat lebih rendah dibandingkan dengan K(-). Hal ini diduga karena dosis ekstrak etanol daun sukun yang diberikan pada P2 belum cukup untuk memberikan efek penangkal radikal bebas pada sel spermatosit primer. Radikal bebas juga dapat mengakibatkan kerusakan DNA spermatozoa pada integritas DNA dalam inti kemudian terjadi kematian sel (Aitkel dan Krausz, 2001). Membran sel spermatogenik terdiri dari sejumlah besar asam lemak tak jenuh rantai panjang yang rentan terhadap peroksidasi lipid (wresdati, dkk, 2006). Peroksidasi lipid mengakibatkan gangguan sintesis dan sekresi GnRH hipotalamus. Kegagalan ini menyebabkan kegagalan hipofisis melakukan sintesis dan sekresi FSH maupun LH. Selanjutnya, diikuti oleh kegagalan sel Leydig mensintesis testosteron dan sel Sertoli tidak mampu melakukan fungsinya (Nugroho, 2007). Radikal bebas dari polusi lingkungan dan makanan dicegah dengan mengkonsumsi antioksidan, seperti betakaroten, vitamin C, dan E serta flavonoid dan golongan polifenol (Pandey, dkk, 2009). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat peroksidasi lipid pada makanan (Oktaviani, 2014).

Pengamatan spermatosit ini dipilih spermatosit primer karena pada tubulus seminiferus spermatosit primer tampak paling besar, dan mengandung benang-benang tipis atau kumpulan kromatin yang

kasar, sedangkan spermatosit sekunder sulit dilihat karena umur selnya sangat pendek dan pembelahannya menjadi spermatid berlangsung amat singkat (Junquiera dkk., 1995).

Penurunan jumlah sel spermatid diduga karena menurunnya jumlah sel spermatogonia yang menjadi sel induk dalam proses spermatogenesis. Gangguan spermatogenesis dapat berupa penurunan jumlah sel spermatogonia. Spermatogonia merupakan *stem cell* dari sel-sel spermatogenik, jika sel spermatogonia berkurang maka sel spermatosit dan spermatid juga berkurang, akibatnya sel spermatozoa mengalami degenerasi dan jumlahnya menurun (Rahmawati, 2008; dalam Rita, 2010).

Pada penurunan sel spermatid juga diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal antara lain suhu tubuh, sedangkan faktor eksternal yaitu perubahan-perubahan lingkungan seperti temperatur lingkungan, makanan, zat-zat kimia tertentu, dan kontak-kontak sosial. Pada penelitian McLachlan dkk. (1996), hormon testosteron dan FSH menyebabkan spermatid terikat pada sel Sertoli. Holdcraft dan Robert (2004) menyatakan bahwa hormon testosteron akan menjaga semua tahap perkembangan spermatid. Penurunan hormon mengakibatkan terlepasnya spermatid dari sel Sertoli ke lumen tubulus. Hal ini mengakibatkan gagalnya tahap spermiogenesis. Sel Sertoli mempunyai peranan penting dalam spermiogenesis tetapi asap rokok bersifat toksik terhadap fungsi sel Sertoli (Guven dkk., 1999). Menurunnya spermatozoa motil dan meningkatnya spermatozoa non-motil dapat disebabkan

oleh menurunnya kadar testosteron yang mengakibatkan terjadinya gangguan proses maturasi spermatozoa dalam epididimis (Nurchayani, 2013).

Diameter Tubulus Seminiferus

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap diameter tubulus seminiferus, dapat diketahui bahwa rata-rata diameter tubulus seminiferus setelah pemberian ekstrak etanol daun sukun mengalami perubahan yang nyata pada setiap dosis perlakuan (5,6 mg/grBB, 11,2 mg/grBB, dan 22,4 mg/grBB) jika dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif (K-).

Tubulus seminiferus terdiri dari sel spermatogenik dan sel Sertoli. Sel spermatogenik terbentuk melalui proses spermatogenesis. Sel Sertoli berfungsi sebagai penunjang, diantaranya menjaga ikatan antar sel Sertoli, dengan sel spermatogenik, atau antar sel spermatogenik untuk membentuk sawar darah testis (Mescher, 2012 ; Sherwood, 2012). Sawar darah testis berfungsi meregulasi nutrisi dan faktor pertumbuhan untuk perkembangan sel spermatogenik (Mathur, dan D'Cruz, 2011). Diameter tubulus seminiferus mengalami peningkatan pada pemberian dosis ekstrak etanol daun sukun P1, P2, dan P3. Untuk kelompok perlakuan kontrol positif (K+) yang diberi aloksan 150mg/kgBB mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kontrol negatif (K-). Hal ini diduga karena glukosa darah yang tinggi mampu mengganggu spermatogenesis pada tubulus seminiferus karena stres oksidatif

Pemberian ekstrak etanol daun sukun diduga dapat menurunkan glukosa darah yang tinggi akibat pemberian aloksan, terlihat dari tingginya hasil pengamatan dibandingkan dengan kontrol negatif (K-). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sukun dapat menurunkan kadar gula darah. Daun sukun mengandung zat aktif yang berkhasiat seperti flavonoid, fitosterol, asam hidrosianat, asetilkolin, tanin, riboflavin, saponin, fenol (Suryanto dan Wehantouw, 2009). Selain itu, daun sukun juga mengandung *champerol*, *artoindonesianin* dan *quercetin* yang merupakan salah satu antioksidan kuat yang dapat melawan efek oksidatif dari aloksan. Untuk menurunkan stres oksidatif dan mencegah komplikasi pada diabetes, penggunaan antioksidan yang salah satunya adalah flavonoid untuk terapi diabetes merupakan pengobatan yang paling baik (Li dkk., 2009).

Tebal Epitel Tubulus Seminiferus

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik menggunakan ANOVA tentang pengaruh ekstrak etanol daun sukun pada mencit yang diinduksi aloksan terhadap ketebalan sel-sel spermatogenik tubulus seminiferus, diperoleh data yang menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari pemberian dosis terhadap peningkatan tebal epitel tubulus seminiferus. Namun pada ketebalan sel-sel spermatogenik tubulus seminiferus yang diberikan ekstrak etanol daun sukun diketahui lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan yang diberi Aloksan 150 mg/kgBB K(+), namun kelompok kontrol negatif (K-) sedikit lebih tinggi dibandingkan yang diberikan ekstrak etanol daun sukun.

Hal ini menunjukkan bahwa kandungan dari ekstrak etanol daun sukun mampu untuk menurunkan glukosa darah yang tinggi dan mampu memperbaiki kerusakan pada ketebalan sel-sel spermatogenik tubulus seminiferus jika dilihat dari kelompok perlakuan yang diberi Aloksan 150 mg/kgBB. Menurut Sabirosi, dkk. (2014), Efek antioksidan ekstrak daun sukun mampu memperbaiki sel β -pankreas sehingga pankreas dapat memproduksi dan mensekresi insulin. Kadar insulin yang meningkat dapat meningkatkan kerja LH dan FSH pada sel leydig dan sel sertoli. Peningkatan tersebut dapat memicu tingginya produksi testosteron yang digunakan dalam proses spermatogenesis.

Dari semua hasil pengamatan dan analisis uji statistik menggunakan ANOVA, maka dapat diketahui bahwa senyawa antioksidan di dalam ekstrak etanol daun sukun mampu untuk memperbaiki jumlah sel-sel spermatogenik, diameter, serta tebal epitel tubulus seminiferus mencit yang mengalami stres oksidatif akibat keadaan hiperglikemik oleh pemberian senyawa aloksan. Dari setiap pengamatan terdapat pemberian perlakuan yang menunjukkan hasil kurang efektif, namun jika dibandingkan pada setiap kontrol negatif (K-) dapat menunjukkan adanya manfaat dari ekstrak etanol daun sukun sebagai senyawa obat herbal yang mampu memberikan perubahan yang baik. Pada kelompok perlakuan yang diberi aloksan 150 mg/kgBB juga diketahui mampu untuk menurunkan kualitas sel-sel pada tubulus seminiferus mencit. Ini sangat terlihat pada hasil diameter tubulus seminiferus dan tebal epitel tubulus seminiferus. Dari keseluruhan hasil pengamatan menunjukkan data yang benar

bahwa ekstrak etanol daun sukun mampu memperbaiki struktur histologi tubulus seminiferus mencit dengan zat aktif yang terkandung di dalamnya yang berfungsi sebagai antioksidan.

Struktur histologi tubulus seminiferus mencit dari masing-masing perlakuan dengan ekstrak etanol daun sukun dapat dilihat pada Gambar 1 – 5.



Gambar 1. Penampang melintang tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus L.*) yang diinduksi aloksan pada kelompok kontrol negatif (K-).

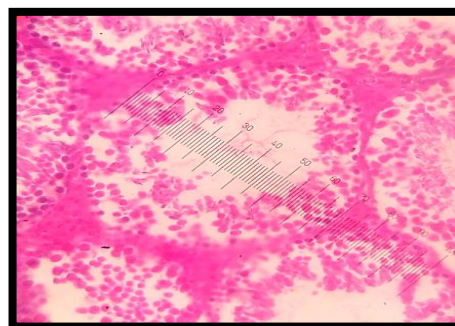
Perbesaran : 400x. Pewarnaan : Hematoxylin Eosin (HE).



Gambar 2. Penampang melintang tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus L.*) yang diinduksi aloksan pada kelompok

perlakuan aloksan 150 mg/kgBB (Kontrol positif).

Perbesaran : 400x. Pewarnaan : Hematoxylin Eosin (HE).



Gambar 3. Penampang melintang tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus L.*) yang diinduksi aloksan pada kelompok perlakuan dengan dosis 5,6 mg/grBB (P1).

Perbesaran : 400x. Pewarnaan : Hematoxylin Eosin (HE).



Gambar 4. Penampang melintang tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus L.*) yang diinduksi aloksan pada kelompok perlakuan dengan dosis 11,2 mg/grBB (P2).

Perbesaran : 400x. Pewarnaan : Hematoxylin Eosin (HE).



Gambar 5. Penampang melintang tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus* L.) yang diinduksi aloksan pada kelompok perlakuan dengan dosis 22,4 mg/grBB.

Perbesaran : 400x. Pewarnaan : Hematoxylin Eosin (HE).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg) terhadap mencit (*Mus musculus* L.) yang diinduksi aloksan secara oral dapat meningkatkan jumlah rata-rata sel spermatogenik, diameter tubulus seminiferus, dan ketebalan epitel tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus* L.) yang diinduksi aloksan.

REFERENSI

- Abbas A.K; A. Maitra. 2015. *The endocrine system*. In: Kumar V., A.K. Abbas, F. Nelson, Robbins and Cotran. *Pathologic basis of disease*. 7th ed. Philadelphia, USA : Elsevier Saunders, 2005 : 1155 – 224.
- Aitken R.J., C. Krausz. 2001 *Oxidative stress, DNA damage and Y chromosome*. *Reproduction*. 2001; 122:497-506.
- Guven, M.C., B. Can, A. Ergun, Y. Saran, Aydos. 1999. *Ultrastructure Effect of Cigarette Smoke on Rat testis*. *European Urology* 36 : 645 -649.
- Holdcraft, R.W., Braun. 2004. *Hormonal Regulation of Spermatogenesis*. *International Journal of Andrology* 27 : 335-342.
- Jagtap, U.B. and V.A. Bapat. 2010. *Artocarpus: A Review of its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology*. *J. of Ethnopharmacology*. 129: 142–166.
- Junquiera, L.C., J. Carneiro, and R.O. Kelley, 1995. *Histologi Dasar*. Penerjemah: Tambayong, J. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Li, F., Q. Li, D. Gao, and Y. Peng. 2009. *The Optimal Extraction Parameters and Anti-Diabetic Activity of Flavonoids from Ipomoea batatas Leaf*. *Afr J. Tradit Complement Altern Med*. 6 (2): 195–202.
- Mathur, P.P. dan D’Cruz, SC. *The Effect of Environmental Contaminants on Testicular Function*. *Asian J Androl*, 2011; 13 (4): 585-591.
- Mc Lachland, R.L., N.G. Wreford, L. O’Donnell, D. M. De Kretser, D. M. Robertson. 1996. *Endocrine Regulation of Spermatogenesis ; Independent Roles for Testosterone and FSH*. *Journal of Endocrinology* 148 : 1 – 9
- Mescher, A.L. 2012. *Histologi Dasar Junqueira* (Edisi ke- 12). Jakarta: EGC.
- Nugroho C.A. 2007. *Pengaruh minuman beralkohol terhadap jumlah lapisan sel spermatogenik dan berat vesikula seminalis mencit*. *Widya Warta Jurnal Ilmiah Universitas Katolik Widya Mandala Madiun*. 2007; 33(1).

- Nurchayani, N., H. Busman., A. Munandar. 2013. *Pengaruh Kebisingan Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (Mus musculus L.)*. Jurnal Seminar Nasional Sains & Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Oktaviani E.P. 2014. *Kualitas dan aktivitas antioksidan minuman probiotik dengan variasi ekstrak buah naga merah (Hylocereus polyrhizus)*. Jurnal Teknobiologi. 2014; 1-15.
- Pandey, B. Kanti, I.R. Syed. 2009. *Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease*. Department of Biochemistry. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2009; 2(5):270-8.
- Rita, F.P. 2010. *Pengaruh Ekstrak Biji Pepaya (Carica Papaya L.) Terhadap Spermatogenesis dan Tebal Epitel Tubulus Seminiferus Testis Mencit (Mus musculus) jantan*. Skripsi Universitas Islam Negeri Malang. Malang Jawa Timur.
- Sabirosi, B. G., P. Trisunuwati dan D. Winarso. 2014. *Eksresi Tumor Necrosis Factor- α (TNF- α) dan Jumlah Sperma Pada Tikus (Rattus norvegicus) Model Diabetes Mellitus Tipe 1 Hasil Induksi Streptozotocin yang Diterapi dengan Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit (Curcuma longa L.)*. Student J. 3(4): 1-9.
- Satriyasa, B.K. 2008. *Fraksi Heksan Ekstrak Biji Pepaya Muda Dapat Menghambat Proses Spermatogenesis Mencit Jantan Lebih Besar Daripada Fraksi Metanol Ekstrak Biji Pepaya Muda*. Jurnal Penelitian Juli 2005. Bagian Farmakologi Ilmu Kedokteran Universitas Udayana. Denpasar Bali.
- Sherwood, L. 2012. *Fisiologi Manusia: dari Sel ke Sistem* (Edisi ke-6). Jakarta: EGC.
- Sinaga, E. S. 2012. *Pengaruh Isoflavon Kedelai Terhadap Jumlah Kecepatan dan Morfologi Spermatozoa Tikus Putih Jantan (Rattus norvegicus)*. (Tesis). Tidak Dipublikasikan. Program Studi Ilmu Biomedik Universitas Andalas Padang.
- Sukmaningsih A. 2009. *Pengaruh Pemberian Minyak Jintan Hitam (Nigella sativa) terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus Wistar Hiperlipidemia* [skripsi]. Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suryanto, E. dan F. Wehantouw. 2009. *Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Dari Ekstrak Fenolik Daun Sukun (Artocarpus altilis F.)*. Chem. Prog. 2(1): 1 – 7.
- Wresdati, T., M. Astawan, L.Y. Hastanti. 2006. *Profil imunohistokimia superoksida dismutase (SOD) pada jaringan hati tikus dengan kondisi hiperkolesterolemia*. Journal Hayati. 2006; 85-9.

Pengaruh Logam Berat Terhadap Pertumbuhan dan Pola Spektra Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA)

Sumardi¹, Salman Farisi¹, Rochmah Agustrina¹, Edelyn Stephani Salim¹

¹Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email: sumardi_bio@yahoo.co.id

ABSTRACT

Environmental pollution in the Coastal Bay of Lampung is dominated by heavy metal pollution which is toxic to living things because it can cause cell damage and death. Micoorganisms have the ability to accumulate, bind and reduce heavy metal ions. Anoxigenic Photosyntetic Bacteria (APB) is specifically recommended to handle the bioremediation process and degradation of pollutants from polluted environments because they are resistant to heavy metals. The purpose of this study was to determine the effect of heavy metals on growth and APB spectral patterns. The result of the analysis showed that the growth of AM isolates was the most stable compared to other isolates so it was continued with spectrophotometric tests. The control spectra pattern has a high absorbance at a wavelength of 800 nM. While the bacterial spectra pattern from the results of heavy metal treatment did not show any high spectral absorbance.

Keyword: anoxygenic, photosynthetic, bacteria, heavy metal.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, pencemaran lingkungan marak terjadi di Pesisir Teluk Lampung. Pencemaran lingkungan di Pesisir Teluk Lampung didominasi oleh pencemaran logam berat yang berasal dari limbah industry dan pelabuhan. Logam berat yang paling banyak ditemukan di Pesisir Teluk Lampung antarlain: Cr, Fe, Mn, Ni, Co, Zn dan As (Tugiyono *et al.*, 2015).

Logam berat bersifat toksik bagi organisme di sekitar lingkungan tercemar logam berat (Chen *et al.*, 2012). Organisme seperti ikan, udang, kepiting dan biota lainnya yang hidup di perairan Pesisir Teluk Lampung mengandung logam toksik karena terkontaminasi logam berat. Kontaminan logam berat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit (Suyanto *et al.*, 2010).

Upaya pemanfaatan mikroorganisme untuk mengatasi, memisahkan, atau mengurangi kandungan logam berat pencemar lingkungan telah banyak diteliti (Gadd, 2000). Umumnya, mikroorganisme yang dikaji sebagai agen dekomposer

memiliki kemampuan untuk mengakumulasi, mengikat, dan mereduksi ion logam berat, salah satunya bakteri fotosintetik anoksigenik (Hanada, 2016).

Bakteri fotosintetik secara khusus direkomendasikan sebagai agen bioremediasi dan degradasi polutan di lingkungan yang tercemar (Giotta *et al.*, 2005). Bakteri fotosintetik mampu hidup pada lingkungan tercemar logam berat dan mengubah logam berat pencemar dari senyawa toksik menjadi senyawa non toksik (Ahmad *et al.*, 2011).

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2018 – Februari 2019 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

1. Isolat dan Medium Pertumbuhan

Isolat Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA) yang digunakan merupakan isolat koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Unila dengan kode isolat D, L1, L2, B, B2DM, AS dan AM. Medium pertumbuha menggunakan medium *sea water complete* (SWC).

2. Peremajaan Isolat BFA
Peremajaan isolat BFA dilakukan secara aseptis dalam *Laminar Air Flow* menggunakan metode *streak* pada tabung reaksi yang berisi media SWC padat agar miring dan diinkubasi dalam *anaerobic jar* yang diberi pencahayaan lampu tungsten 40 watt pada jarak 40 cm selama 7 hari.
3. Seleksi Isolat BFA
Seleksi BFA pada cawan petri dilakukan secara aseptis menggunakan metode titik dengan 4 pengulangan. Media SWC padat ditempatkan dalam cawan petri sebagai cawan perlakuan logam berat dan kontrol. Masing-masing cawan perlakuan logam berat diinokulasikan 7 isolat BFA. Perlakuan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat BFA yang paling resisten terhadap logam berat tertentu yang ditunjukkan dengan pertumbuhan yang paling baik. Cawan perlakuan berisi isolat kemudian diinkubasi pada *anaerobic jar* atau toples kaca yang dilapisi plastisin. Ke dalam toples tersebut juga dimasukkan lilin yang menyala yang dilakukan bersamaan dengan dimasukkannya cawan perlakuan berisi isolat. Lilin di dalam toples akan menyala selama ada oksigen.
4. Pengukuran Spektrofotometri
Pengukuran spektrofotometri dilakukan dengan menginokulasikan isolat BFA yang telah diseleksi dalam tabung ulir berisi media SWC cair yang mengandung logam berat dengan konsentrasi tertinggi. Isolat dalam tabung ulir diinkubasi selama 7 hari yang diberi pencahayaan lampu tungsten 40 watt dari jarak 40 cm. Setelah masa inkubasi selesai, 3 ml isolat dimasukkan ke dalam tabung reaksi kecil dan ditambahkan larutan campuran aseton alkohol dengan perbandingan aseton : alkohol = 1:1 lalu dihomogenkan. Larutan campuran aseton

alkohol berperan sebagai pelarut dalam uji spektrofotometri. Pola spektra sampel isolat di atas kemudian diukur dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 300-900 nm.

5. Penghitungan Jumlah Sel
Penghitungan sel dilakukan dengan menggunakan teknik pengenceran 10^{-1} . Sebanyak 0,1 ml suspensi bakteri dimasukkan ke dalam *mikrotube* berisi 0,9 ml akuades steril lalu dihomogenkan. Kemudian sebanyak 0,01 ml larutan dari mikrotube tersebut diletakkan pada area 1x1 cm di atas gelas objek. Isolat pada gelas objek kemudian dicat gram. Penghitungan sel bakteri pada isolat di atas gelas objek tersebut dilakukan secara langsung berdasarkan luas pandang di bawah mikroskop yang sudah terpasang mikrometer objektif di dalamnya dengan skala 0,01 ml sehingga diperoleh nilai luas lapang pandang. Penghitungan jumlah sel bakteri secara langsung berdasarkan metode Oktavia (2018) ditentukan melalui rumus :

$$A = \frac{x}{L (\text{mm}^2) \times t (\text{mm})}$$

Keterangan:

A : Konsentrasi Sel

L : Luas lapang pandang

t : Tinggi

x : Jumlah sel di 3 area mikroskop

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Seleksi Pertumbuhan Isolat BFA

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa isolat BFA dengan kode AM, L1, L2, B2DM, D, dan AS mampu tumbuh pada media yang mengandung logam berat Hg, Ni, Co, Mn, Zn. Namun, pada konsentrasi logam berat tertinggi

pertumbuhan BFA menjadi sedikit terhambat. Isolat BFA yang berasal dari jatuhan bunga (B) hampir selalu tidak mampu tumbuh pada semua media yang mengandung logam berat, walaupun tumbuh, pertumbuhannya sangat rendah dibandingkan dengan pertumbuhan isolat-isolat lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa dari ke-7 isolat yang diuji, hanya 1 isolat yang bersifat non resisten terhadap lingkungan tercemar logam berat yaitu isolat yang berasal dari jatuhan daun mangrove. Hal ini ditunjukkan oleh Tabel 1.

2. Pertumbuhan Isolat terpilih

Hasil penghitungan jumlah isolat AM menggunakan mikroskop, seperti yang terlihat pada Gambar 1, menunjukkan bahwa pertumbuhan

bakteri kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan sel bakteri yang diberi perlakuan logam berat. Isolat AM yang diberi perlakuan logam nikel pada konsentrasi 0,06 mM pertumbuhannya paling tinggi diantara perlakuan logam lainnya.

3. Pola Spektra BFA

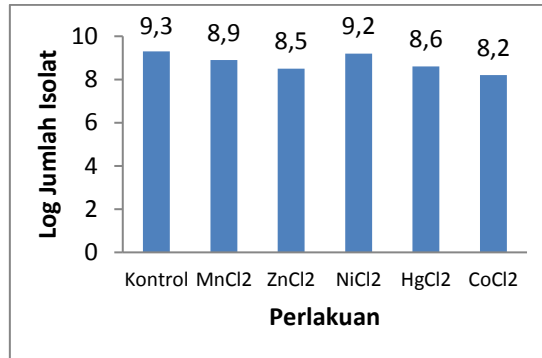
Hasil uji spektrofotometri menunjukkan adanya perbedaan pola spektra yang cukup signifikan antara kontrol dengan perlakuan. Pola spektra kontrol memiliki absorbansi tertinggi pada panjang gelombang sekitar 800 nm. Sedangkan pola spektra bakteri dari hasil perlakuan logam berat tidak menunjukkan adanya absorbansi spektra yang tinggi.

Tabel 1. Hasil Uji Seleksi BFA dengan Metode Titik

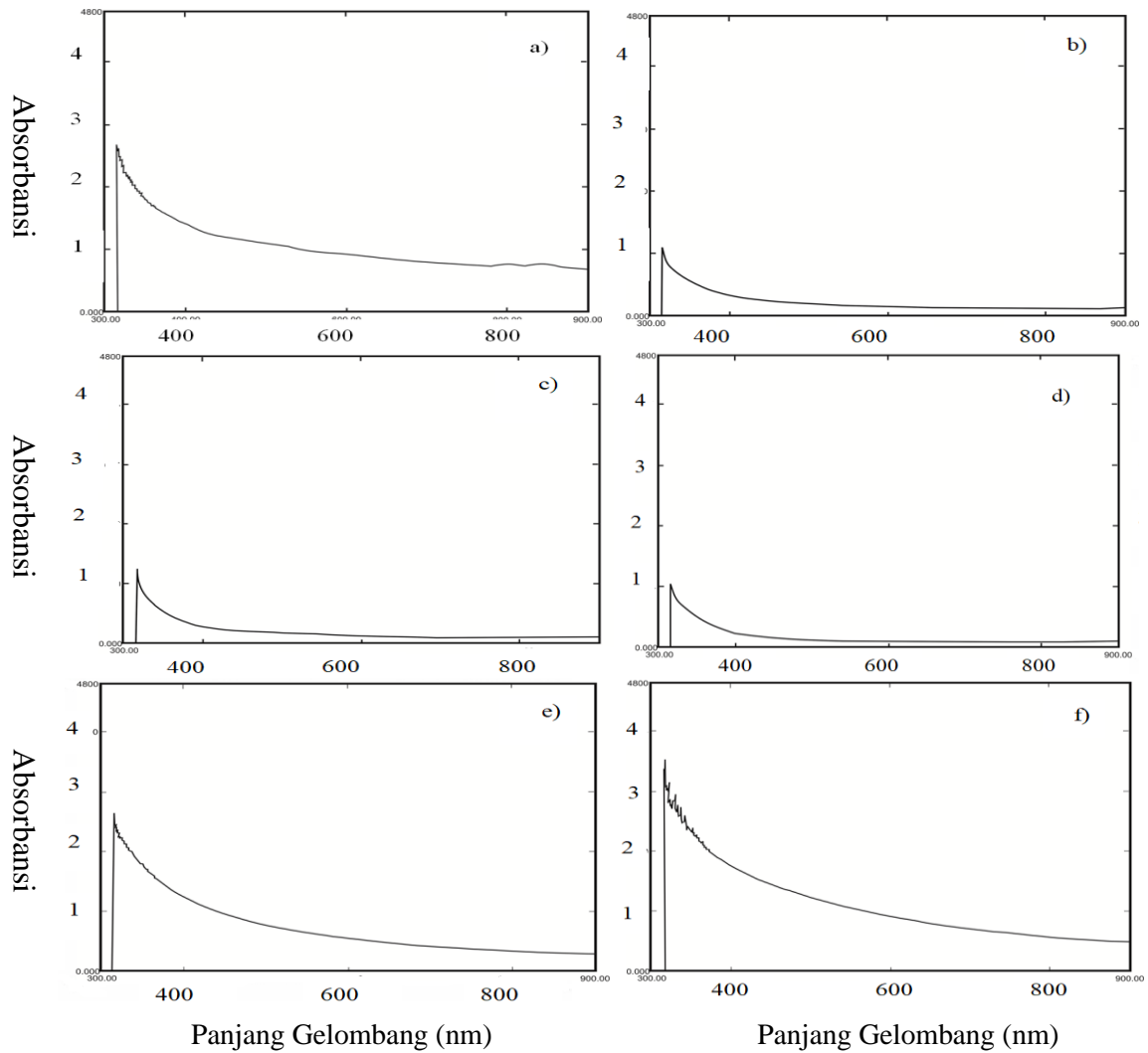
No	Jenis Logam	Konsentrasi	Isolat BFA						
			D	B	B2DM	L1	L2	AM	AS
1	Kontrol	-	++	+	++	++	++	++	++
2	HgCl ₂	0,015 mM	++	+	+	++	++	++	++
		0,03 mM	++	+	++	++	++	++	++
		0,06 mM	+	-	+	+	+	+	+
3	NiCl ₂	0,015 mM	++	+	+	++	++	++	++
		0,03 mM	++	+	+	++	++	++	++
		0,06 mM	++	-	++	++	++	++	++
4	CoCl ₂	1,5 mM	++	-	++	+	+	++	++
		3 mM	+	-	+	+	+	++	++
		6 mM	++	-	+	+	+	++	+
5	MnCl ₂	10 mM	++	+	+	+	++	++	++
		20 mM	+	+	+++	+	+	+	+
		40 mM	+	-	+	++	++	++	++
6	ZnCl ₂	10 mM	++	+	++	++	++	++	++
		20 mM	++	+	+	++	++	++	++
		40 mM	+	-	+	+	+	+	+

Keterangan:

- + : Pertumbuhan kecil (0,2 – 0,3 cm)
- ++ : Perumbuhan agak besar (0,5 – 0,8 cm)
- +++ : Pertumbuhan sangat besar (> 1 cm)
- : Tidak tumbuh



Gambar 1. Rata-rata Pertumbuhan Isolat AM



Gambar 2. Pola Spektra BFA

Keterangan:

- a) Isolat BFA AM ditumbuhkan pada medium kontrol (tanpa ion logam).
- b) Isolat BFA AM ditumbuhkan pada medium $ZnCl_2$ 40 mM.
- c) Isolat BFA AM ditumbuhkan pada medium $CoCl_2$ 6 mM.
- d) Isolat BFA AM ditumbuhkan pada medium $HgCl_2$ 0,06 mM.
- e) Isolat BFA AM ditumbuhkan pada medium $MnCl_2$ 40 mM.
- f) Isolat BFA AM ditumbuhkan pada medium $NiCl_2$ 0,06 mM.

B. Pembahasan

Dari Tabel 1, dapat diketahui bahwa isolat AM memiliki pertumbuhan yang paling stabil karena dapat tumbuh dengan baik pada semua medium perlakuan dibandingkan dengan isolat lainnya. Dengan demikian isolat AM akan digunakan sebagai isolat terpilih untuk tahap uji selanjutnya karena isolat AM berpotensi untuk menjadi agen bioremediasi lingkungan (Fitriadi *et al.*, 2016). Di dalam sel mikroba, logam berat yang bersifat toksik diserap dan diubah menjadi senyawa non-toksik (Jaroslawiecka dan Seget, 2014). Selain itu, diduga isolat AM juga berpotensi sebagai probiotik bagi lingkungan karena mampu menetralkan polutan (Chumplet *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian ini terbukti bahwa isolat AM mampu tumbuh di lingkungan tercemar logam berat.

Isolat AM yang diberi perlakuan logam nikel pada konsentrasi 0,06 mM pertumbuhannya paling tinggi diantara perlakuan logam lainnya. Fenomena ini terjadi karena pada konsentrasi rendah nikel meningkatkan laju fotosintesis melalui peningkatan produksi pigmen (Rohman, 2005). Hasil uji seleksi ini mendukung hasil sebelumnya yang membuktikan bahwa BFA memiliki resistensi paling baik terhadap nikel (Roane dan Pepper, 2000). Selain itu, keberadaan logam berat pada konsentrasi tertinggi akan menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas pertumbuhan bakteri. Bakteri fotosintetik anoksigenik mampu hidup pada lingkungan yang kurang menguntungkan, namun laju

pertumbuhannya menurun (Madigan *et al.*, 2011).

Perbedaan penyerapan pola spektra menunjukkan bahwa bakteri pada perlakuan logam tidak mampu menyerap cahaya *infrared* (Yamori *et al.*, 2013). Dengan demikian dapat diketahui bahwa logam berat dalam bakteri mengakibatkan kemampuan bakteri untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang 800 nm menghilang. Selain itu, pola spektra isolat BFA yang diberi perlakuan logam lebih kecil intensitasnya jika dibandingkan dengan pola spektra kontrol yang tidak diberi perlakuan logam. Absorbansi cahaya terbaik yang dapat diserap oleh BFA terjadi pada panjang gelombang 300-400 nm (Heriyanto *et al.*, 2009). Semua isolat baik perlakuan maupun kontrol dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang tersebut. Dengan kata lain, keberadaan logam pada media pertumbuhan tidak menghilangkan kemampuan isolat BFA untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang 300-400 nm.

KESIMPULAN

Isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) AM memiliki resistensi yang paling stabil terhadap lingkungan tercemar logam berat sehingga berpotensi sebagai agen bioremediasi lingkungan. Logam berat yang paling menghambat pertumbuhan BFA yaitu logam berat $CoCl_2$. Pemberian semua logam berat yang diuji dalam penelitian menyebabkan kemampuan isolat BFA untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang 800 nm menghilang.

REFERENSI

- Ahmad, I., F. Ahmad, and J. Piichtel. 2011. Application. *Springer Science & Bussines Media*. Hlm. 1-27.
- Chen, J., F. He, X. Zhang, X. Sun, J. Zheng, dan J. Zheng. 2012. Heavy Metal Pollution Decreases Microbial Abundances, Diversity and Activity within Particle-size Fractions of a Paddy Soil. *Journal FEMS Microbiol Ecology*. 87:164-181.
- Chumpol, S., D. Kantachote, T. Nitoda, dan H. Kanzaki. 2017. The role of probiotic purple nonsulfur bacteria to control water quality and prevent acute hepatopancreatic necrosis (ahnpd) for increased growth with higher survival in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during cultivation. *Journal of Aquaculture*. 31:293-296
- Fitriadi, R., Haeruddin, dan C. Ain. 2016. Microorganism Effectiveness as Bioremediation of Tongkol (*Auxis thazard*) Wahery Waste (Laboratory Scale). *Journal of Fisheries Sciences and Technology*. Vol. 12 No. 1:52-59.
- Gadd, G.M. 2000. Bioremedial Potential of Microbial Mechanisms of Metal Mobilization and Immobilization. *Opini Biotechnol saat ini*. 11:271-279.
- Giotta, L., A. Agostiano, F. Italiano., F. Milano, dan M. Trotta. 2006. Heavy metal ion influence on the photosynthetic growth of *Rhodobacter sphaeroides*. *Chemosphere*. 62:1490-1499.
- Hanada, S. 2016. Anoxygenic Photosynthesis - a Photochemical Reaction That Does Not Contribute to Oxygen Reproduction. *Journal of Microbes Environ*. Vol. 31 No. 1:1-3.
- Heriyanto, S. Trihandaru, dan L. Limantara. 2009. Coordination States and Aggregation Process of Bacteriochlorophyll a and Its Derivates : Study on Aceton-Water and Microbes and Microbial Technology: Agricultural and Environmental Methanol-Water Solvents. *Indo J. Chem* 9.1:113-122.
- Jaroslawiecka A. dan Z.P. Seget. 2014. Lead resistances in micro-organism. *Journal Microbiology*. 160:12-20.
- Madigan, M.T., D. Buckley, K.S. Bender, J. Martinko, dan D.A. Stahl. 2011. *Brock Biology of Microorganisms*. Prentice Hall Internationals. New York. Hlm. 65-73.
- Oktavia, R. 2018. Uji Tantang Bakteri *Bacillus* Kandidat Probiotik Secara Invitro terhadap Bakteri *Vibrio harveyi*. *SKRIPSI*. Universitas Lampung.
- Roane, T.M., dan I.L Pepper. 2000. Microbial Responses to Enviromentally Toxic Cadmium. *Microbial Ecology* 38.4 : 358-364.
- Rahman, H., S. Sabreen, S. Alam, dan S. Kawai. 2005. Effects of Nickel on Growth and Composition of Metal Micronutrients in Barley Plants Grown in Nutrien Solution. *Journal of Plant Nutrition*. 28:3, 393-404.
- Suyanto, A., dan S.K. Retnaningsih. 2010. Residu logam berat ikan dari perairan tercemar di pantai utara jawa tengah. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Vol. 01 No. 02:1-8.
- Tsadilas, C., J. Rinklebe, dan M. Selim. 2018. *Nickel in Soils and Plants*. CRC Press. USA. Hlm. 13.
- Tugiyono, R. Diantara, dan Efri. 2015. Kajian kualitas air pesisir teluk lampung water quality study of lampung bay coastal area. *Prosiding Semirata MIPA*. Pontianak, 2015. Hlm. 292-299.
- Yamori W., Hikosaka, dan W. Danielle. 2013. Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants : Temperature acclimation and Temperature Adaption. *Photosynthesis Research*. 119:1-2.

Pengaruh Kuat Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Dari Benih Lama

Fatiya Hasanah¹, Rochmah Agustrina², Eti Ernawati², Sri Wahyuningsih²

¹Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

²Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

Email : agustrina@gmail.com

ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Is a horticultural commodity. Tomato production is influenced by various factors including seed quality. Low quality seeds are old seeds or seeds that have passed the threshold of the planting period, so that they cannot adapt well to their cultivation environment. One effort to overcome the deterioration of the quality of old seeds is to utilize a magnetic field. Magnetic fields can have a positive influence on plants. In this study the study of the influence of exposure to magnetic fields with different magnetic field strengths on old seeds. This research was conducted using a completely randomized design (CRD) with one factor, namely the treatment of magnetic field exposure for 7 minutes 48 seconds with 3 levels of treatment namely 0.1 mT, 0.2 mT and 0.3 mT. This study uses two controls, namely positive control (new seed), and negative control (old seed). Both controls were not given magnetic field treatment. The generative growth parameters observed were chlorophyll content, carbohydrate content, fruit formation speed. Data were analyzed in various ways (anara) and if there were significant differences between treatments, they were further tested with Tukey's at $\alpha = 5\%$. The results of this study indicate that the magnetic field strength can improve metabolism in old seeds so as to produce plants whose generative growth is better than control. The best magnetic field strength to improve old seed metabolism is 0.2 mT.

Keyword: growth, magnetic fields, old seeds, tomatoes.

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas hortikultura yang penting dan mempunyai potensi ekonomi tinggi adalah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) karena permintaan pasar terhadap tomat di Indonesia cukup tinggi (Cahyono, 2005). Secara fisiologis, umur dan lama penyimpanan benih menentukan kualitas benih. Waktu penyimpanan benih yang terlalu lama dapat mengakibatkan kemunduran vigor dan viabilitas.

Dengan kemajuan ilmu dan teknologi, peran medan magnet terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kini telah banyak di teliti. Pengaruh positif paparan medan magnet terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman telah ditunjukkan pada beberapa hasil penelitian terdahulu seperti pada penelitian Sari (2011) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet 0,2 mT pada biji tomat yang direndaman

terlebih dahulu selama 15 menit dapat meningkatkan ukuran sel parenkim, xylem, serta lebar stomata tanaman tomat. Kemudian penelitian Agustrina (2008) yang membuktikan bahwa paparan kuat medan magnet sebesar 0,2 mT selama 7 menit 48 detik pada benih tomat mampu meningkatkan pertumbuhan tomat.

Sedangkan hasil penelitian De Souza *et al.* (2005) menunjukkan bahwa perlakuan paparan medan magnet pratanam pada benih tomat sebesar 120 mT selama 10 menit atau 80 mT selama 5 menit mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat, serta dapat meningkatkan produksi buah dan berbagai variabel hasil lainnya. Penelitian Wahyudi (2012) mengatakan bahwa paparan medan magnet juga dapat mempengaruhi fase pertumbuhan generatif yang ditandai dengan mulai terbentuknya bakal bunga yang

kemudian secara bertahap menghasilkan bakal buah dan biji.

Melihat begitu besar prospek pemanfaatan medan magnet pada tanaman maka dilakukan kajian pengaruh paparan medan magnet dengan kuat medan magnet yang berbeda pada benih lama atau sudah melewati batas masa tanamnya (kadaluarsa). Dari hasil penelitian ini diharapkan akan diketahui apakah kuat medan magnet juga dapat memperbaiki pertumbuhan generatif tomat dari benih lama dan diketahui kuat medan magnet yang paling baik untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman tomat dari benih lama.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari Januari sampai April 2019 di Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu selenoida (sumber medan magnet), cawan petri, pinset, labu semprot, plastik semai, polybag ukuran 10 kg, bambu (ajir), tali rafia, selang air, plastik 1kg, pipet volume, corong, gelas ukur 100 ml, beaker glass 200 ml dan 50 ml, kertas saring, aluminium foil, neraca digital, mortar dan alu.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah benih tomat yang masa tanamnya kadaluarsa pada tahun 2016 sebagai benih lama (SO), dan benih tomat yang masa tanamnya kadaluarsa pada tahun 2020 sebagai benih baru (SN). Kedua benih tersebut didapatkan dari toko pertanian Kabupaten Tanggamus. Bahan lainnya adalah media tanam yaitu tanah yang mengandung humus, aquadest, pupuk Nitrophoska (NPK), insektisida, etanol 80%, H₂SO₄ pekat, dan fenol 5%.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu paparan kuat medan magnet selama 7 menit 48 detik terdiri dari tiga kuat medan magnet 0,1 mT, 0,2 mT dan 0,3 mT setiap unit percobaan diulang 5 kali. Penelitian ini menggunakan dua kontrol yaitu kontrol positif (benih baru) dan kontrol negatif (benih lama), keduanya tidak diberi paparan medan magnet.

Cara Kerja

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa tahapan yaitu:

1. Perendaman Benih dan Perlakuan Paparan Medan Magnet.

Sebelum dipapar medan magnet benih direndam selama 15 menit dengan akuades dalam cawan petri berukuran 10 cm. Setelah di rendam benih kemudian dipapar medan magnet yang terdiri dari tiga taraf kuat medan magnet yang berbeda yaitu 0,1 mT, 0,2 mT, 0,3 mT. Lama waktu paparan untuk ke 3 kuat medan magnet sama yaitu 7 menit 48 detik.

2. Perkecambahan dan Penyemaian.

Setelah didiamkan selama 2 hari, benih mulai berkecambah. Ketika radikula kecambah yang muncul pada permukaan benih telah mencapai panjang sekitar 0,5 cm benih mulai disemai. Kecambah disemai di dalam polybag kecil dengan kedalaman 0,2-0,5 cm.

3. Penanaman Semai Tomat di dalam Polybag Besar.

Setelah bibit tomat berumur 10 hari, bibit kemudian dipindahkan ke dalam polybag berukuran 40x40 cm yang telah diberi label perlakuan dan berisi media tanam. Media tanam yang digunakan yaitu campuran antara media tanah dan humus dengan perbandingan 3:1. Seminggu sebelum bibit dipindahkan ke

polybag, ditambahkan dolomit ke dalam media tanah dalam polybag yang akan digunakan sebanyak 1,6 gram, kemudian polybag disusun sesuai tata letak percobaan yang sudah di tentukan.

4. Pemeliharaan Tanaman

Tanaman disiram setiap pagi dan sore hari agar kesuburan tanaman terjaga maka dilakukan pemupukan sebanyak 4 kali yaitu pada saat tanaman berumur 10 hari setelah tanam dengan dosis 3 gr, 20 hari setelah tanam dengan dosis 5 gr, 30 hari dan 40 hari setelah tanam dengan dosis 6 gr per polybag. Penyiangan dilakukan setiap kali terlihat tumbuh gulma agar nutrisi yang tersedia dalam media yang dibutuhkan tanaman dapat diserap dengan optimal. Pemasangan ajir diperlukan untuk menyangga tanaman agar tanaman tetap kokoh dan dilakukan ketika tanaman sudah mencapai tinggi 1-1,5 meter.

5. Pengambilan Data

Parameter yang akan diamati yaitu kandungan klorofil, kandungan karbohidrat, dan kecepatan berbuah.

a. Analisis Kandungan Klorofil

Metode Harbourne (1987) digunakan untuk menganalisis kandungan klorofil. Kandungan klorofil dan karbohidrat di analisis pada daun tanaman tomat yang berada di urutan keempat dari daun paling atas dan telah terbuka sempurna. Sebanyak 0,1 gram daun dihaluskan dengan mortar kemudian dilarutkan dalam 10 ml etanol 80% kemudian larutan klorofil disaring dengan kertas saring. Kandungan klorofil diukur menggunakan spektrofotometri UV pada $\lambda = 648$ nm dan 664 nm. Kandungan klorofil dinyatakan dalam satuan miligram

jaringan yang diekstraksi dan dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Klorofil a} = 13,36. \lambda_{664} - 5,19. \lambda_{648} \\ \times \frac{v}{1000 \times W}$$

$$\text{Klorofil b} = 27,43. \lambda_{648} - 8,12. \lambda_{664} \\ \times \frac{v}{1000 \times W}$$

$$\text{Klorofil total} = (5,24. \lambda_{664} + 22,24. \\ \lambda_{648}) \times \frac{v}{1000 \times W}$$

Keterangan :

v = volume akhir ekstrak etanol-klorofil

W = berat daun tomat yang diekstraksi

λ_{648} = nilai absorbansi pada panjang gelombang 648

λ_{664} = nilai absorbansi pada panjang gelombang 664

b. Analisis Kandungan Karbohidrat

Daun tanaman tomat pada setiap unit perlakuan diambil sebanyak 0,1 gram kemudian dihaluskan dan dilarutkan dalam 10 ml aquadest lalu disaring menggunakan kertas saring. Sampel diambil sebanyak 1 ml dan ditambahkan dengan 2 ml H₂SO₄ pekat, 1 ml larutan Fenol 5% dan 2 ml aquadest, kemudian dihomogenkan dan didiamkan beberapa menit. Spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) = 490 nm digunakan untuk mengukur kandungan karbohidrat sampel (Apriantono dan Fardiaz, 1989).

c. Kecepatan Pembentukan Buah

Kecepatan pembentukan buah mulai diamati saat tanaman berumur

27 hari setelah tanam karena pada hari tersebut mulai terlihat terbentuknya buah pada beberapa tanaman.

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (anara) serta jika terdapat beda nyata antar perlakuan maka diuji lanjut dengan Tukey's pada taraf nyata $\alpha=5\%$.

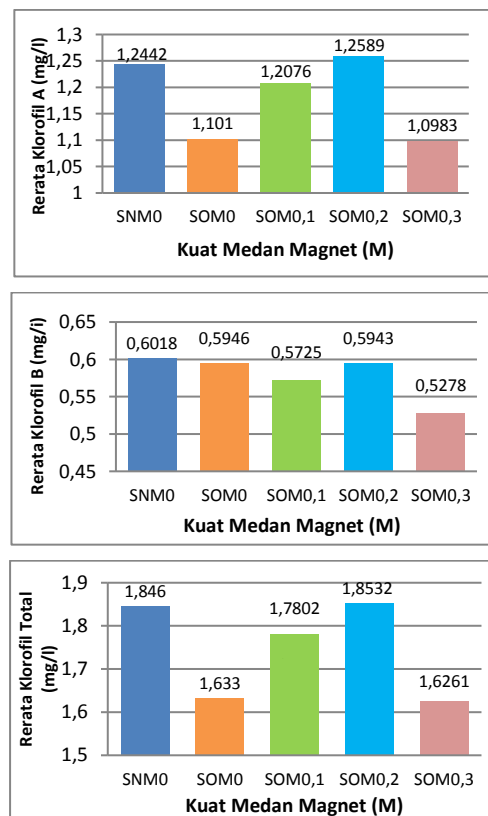
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam (anara) pada $\alpha=5\%$ menunjukkan bahwa paparan kuat medan magnet pada benih lama menghasilkan pengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat (Gambar 2) namun tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kandungan klorofil (Gambar 1) dan kecepatan berbuah (Gambar 3).

1. Kandungan Klorofil

Meskipun tidak memberikan pengaruh nyata namun dari rata-rata kandungan klorofil pada Gambar 1 diketahui bahwa kandungan klorofil dari kontrol positif (SNM0) lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman dari kontrol negatif (SOM0).

Rendahnya kandungan klorofil pada benih lama menegaskan teori yang selama ini diyakini bahwa semakin lama masa kadaluarsa suatu benih maka semakin menurun daya viabilitas dan vigornya sebagai akibat tingginya tingkat keabnormalan fisiologis dan perubahan struktur benih sehingga metabolisme benih pun terganggu akibatnya pertumbuhannya pun terganggu yang di tandai dengan rendahnya kandungan klorofil pada benih lama tersebut (Putra *et al.*, 2013).



Gambar 1. Pengaruh kuat medan magnet terhadap kandungan klorofil A, klorofil B, dan klorofil total. SN= benih baru; SO= benih lama; M= medan magnet; 0= tanpa dipapar medan magnet; 0,1= dipapar medan magnet 0,1 mT; 0,2 = dipapar medan magnet 0,2 mT; 0,3= dipapar medan magnet 0,3 mT.

Perlakuan medan magnet dengan kekuatan yang berbeda pada benih lama cenderung meningkatkan kandungan klorofil. Hasil tersebut membuktikan bahwa medan magnet mampu memperbaiki kondisi benih lama sehingga metabolismenya meningkat bahkan lebih baik dari benih baru tanpa perlakuan medan magnet (kontrol positif SNM0: Gambar 1). Menurut Bilalis *et al.*, (2013) medan magnet mampu meningkatkan kandungan ion negatif dalam sel tumbuhan sehingga ion-ion

positif menjadi lebih mudah diserap akar tanaman. Ion-ion positif berperan dalam sintesis protein, membentuk struktur sel, aktivator enzim dan penyusun klorofil, sehingga peningkatan penyerapan ion-ion positif menginduksi tumbuhan tumbuh dengan lebih baik.

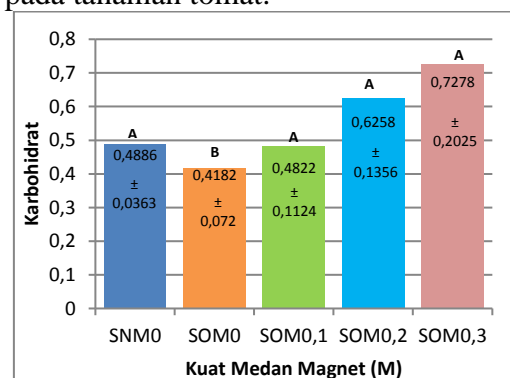
Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Radhakrishnan dan Kumari (2013) yang membuktikan bahwa paparan medan magnet meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada tanaman kurma dan kedelai. Sehingga dapat dilihat bahwa paparan medan magnet tidak hanya mampu meningkatkan pertumbuhan pada benih baru saja namun juga pada benih lama.

Kuat medan magnet 0,2 mT cenderung menghasilkan kandungan klorofil yang paling tinggi. Kandungan klorofil pada tanaman dari benih lama kembali menurun pada benih yang dipapar kuat medan magnet 0,3 mT. Menurut Setyasih (2013) kuat medan magnet 0,3 mT diduga terlalu kuat sehingga justru menyebabkan gangguan pada metabolisme benih dan menyebabkan terjadinya perubahan pada struktur membran benih tanaman sehingga justru tidak menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman yang dihasilkannya.

2. Kandungan Karbohidrat

Hasil analisis ragam pada taraf $\alpha=5\%$ (Gambar 2) diketahui bahwa kandungan karbohidrat pada tanaman dari hasil perlakuan kontrol positif benih baru tanpa paparan medan magnet (SNM0) lebih tinggi daripada kandungan karbohidrat pada kontrol negatif benih lama tanpa paparan medan magnet (SOM0). Hasil tersebut disebabkan karena pada benih lama terjadi kemunduran vigor dan viabilitas sebagai akibat perubahan struktur pada sel benih

dan penurunan kandungan cadangan makanan sehingga proses metabolisme perkecambahannya pun menurun dan demikian pula dengan viabilitasnya. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Himmah (2017) yang menunjukkan bahwa paparan medan magnet dapat meningkatkan kandungan karbohidrat pada tanaman tomat.



Gambar 2. Pengaruh kuat medan magnet (M) terhadap kandungan karbohidrat. SN= benih baru; SO= benih lama; M= medan magnet; 0= tanpa dipapar medan magnet; 0,1= dipapar medan magnet 0,1 mT; 0,2= dipapar medan magnet 0,2 mT; 0,3= dipapar medan magnet 0,3 mT. Batang grafik yang diikuti dengan huruf yang sama menyatakan tidak beda nyata dan dilanjutkan pada uji tukey's $\alpha=5\%$.

Dari Gambar 2 diketahui bahwa perlakuan kuat medan magnet pada benih lama dapat meningkatkan kandungan karbohidrat, bahkan pada perlakuan kuat medan magnet 0,2 dan 0,3 mT peningkatan kandungan karbohidrat melampaui kandungan karbohidrat pada tanaman dari benih baru (kontrol positif : SNM0). Dengan demikian hasil penelitian ini membuktikan bahwa medan magnet dapat meningkatkan metabolisme pada perkecambahan sehingga vigor benih

meningkat yang diikuti dengan proses metabolisme pada fase pertumbuhan selanjutnya.

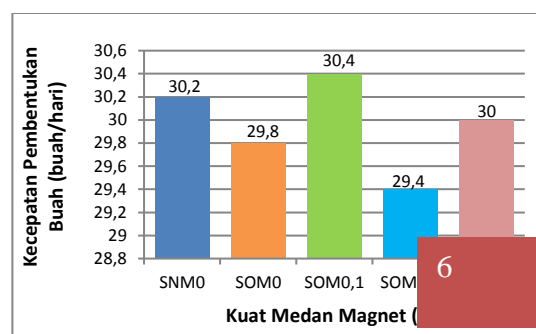
Hasil ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya oleh Morejon *et al.* (2007) menjelaskan bahwa, medan magnet dapat mengubah laju gerakan elektron-elektron di dalam sel secara signifikan sehingga mempengaruhi berbagai proses metabolisme sel. Dan penelitian Majd dan Shabrangi (2009) benih yang dipapar medan magnet akan terjadi reaksi biokimia biofisika di dalam sitoplasma yang kemudian diekspresikan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pada benih lama, pemberian perlakuan medan magnet selain meningkatkan vigor dan pertumbuhan tanaman yang dihasilkannya, juga menunjukkan adanya perbaikan kemampuan metabolisme, sehingga kembali seperti metabolisme pada benih baru bahkan lebih baik (Gambar 2 pada perlakuan SOM0,2 dan SOM0,3). Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa medan magnet sebesar 0,2 mT selama 7 menit 48 detik dapat meningkatkan kandungan karbohidrat (Lusiati, 2017). Dan pada penelitian Andari (2018) menunjukkan bahwa perlakuan paparan medan magnet 0,2 mT dengan lama pemaparan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat pada akhir fase pertumbuhan vegetatif dan berat buah.

Berbeda pada kandungan klorofil tanaman dari perlakuan 0,3 mT, dimana kandungan klorofilnya sangat rendah, namun justru untuk kandungan karbohidratnya memberikan hasil yang tertinggi. Belum dapat dijelaskan bagaimana hubungannya kandungan klorofil yang sangat rendah pada tanaman dari perlakuan 0,3 mT dapat menghasilkan kandungan karbohidrat tertinggi.

3. Kecepatan Pembentukan Buah

Rata-rata kecepatan pembentukan buah yang menunjukkan hasil tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan ditunjukkan pada Gambar 3. Tanaman dari kontrol negatif menghasilkan buah yang relatif lebih banyak dari pada tanaman dari kontrol positif. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas benih yang digunakan pada uji kecepatan pembentukan buah memiliki viabilitas yang relatif masih baik, sehingga kecepatan pembentukan buah pada benih lama relatif sama dibandingkan dengan benih baru. Perlakuan paparan kuat medan magnet menunjukkan bahwa kecepatan pembentukan buah tercepat diperoleh pada benih lama yang dipapar medan magnet 0,2 mT.



Gambar 3. Pengaruh kuat medan magnet terhadap kecepatan berbuah. SN= benih baru; SO= benih lama; M= medan magnet; 0= tanpa dipapar medan magnet; 0,1= dipapar medan magnet 0,1 mT; 0,2= dipapar medan magnet 0,2 mT; 0,3= dipapar medan magnet 0,3 mT.

Kecepatan pembentukan buah terendah diperoleh pada tanaman dari benih lama yang dipapar kuat medan magnet sebesar 0,1 mT. Hasil diatas diduga karena energi yang dihasilkan dari kuat medan magnet 0,1 mT selama 7 menit 48 detik tersebut belum optimal

untuk memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Adanya peningkatan pada kecepatan pembentukan buah pada benih lama yang dipapar medan magnet 0,2 mT sejalan dengan hasil pada parameter lainnya yaitu kandungan klorofil (Gambar 1), dan kandungan karbohidrat (Gambar 2).

Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian De Souza (2005) yang menyatakan bahwa pada tahap generatif, perlakuan medan magnet mempengaruhi proses pembentukan buah tomat. Dan pada penelitian Andari (2018) menunjukkan bahwa tanaman tomat yang berasal dari benih baru yang diberi paparan medan magnet memberikan hasil yang paling baik pada parameter klorofil total, karbohidrat pada fase pertumbuhan generatif, kecepatan berbunga, jumlah bunga, kecepatan berbuah, jumlah buah, diameter buah dan berat buah. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa paparan medan magnet tidak hanya mampu meningkatkan pertumbuhan pada benih baru saja namun juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan pada benih lama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. kuat medan magnet mampu memperbaiki metabolisme tanaman pada benih lama sehingga hasil pertumbuhan generatifnya lebih baik dibandingkan kontrol.
2. kuat medan magnet pada benih lama sebesar 0,2 mT menghasilkan metabolisme yang paling baik pada tanaman dari benih tomat lama.

REFERENSI

- Agustrina, R. 2008. Perkecambah dan Pertumbuhan Kecambah *Leguminoceae* Dibawah Pengaruh Medan Magnet. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat*. Universitas Lampung. Lampung.
- Andari, Astri A. 2018. Pertumbuhan Generatif Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Dari Benih Lama Dan Benih Baru Di Bawah Pengaruh Lamapemaparan Medan Magnet 0,2 Mt Yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Bilalis, Dimitrios J., N. Katsenios, A. Efthimiadou, A. Karkanis, E. M. Khah, T. Mitsis. 2013. Magnetic Field Pre-sowing Treatment as an Organism Friendly Technique to Promote Plant Growth and Chemical Element Accumulation in Early Stages of Cotton. *Australian Journal of Crop Science*. 7(1): 46-50.
- Cahyono, B. 2005. Tomat: *Usaha Tani dan Penanganan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- De Souza, A., Garcia, D., Sueiro, L., Licea, L., Porras, E. 2005. Pre-Sowing Magnetic Treatment of Tomato Seeds Effects on The Growth and Yield of Plants Cultivated Late in the Season. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Hal. 113-122.
- Himmah, Nasyiatul. 2017. Indeks Stomata, Kandungan Klorofil dan Karbohidrat Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 Hasil Induksi Medan Magnet Yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*. *Skripsi*. Universitas Lampung.

- Lusiati. 2017. Uji Ketahanan Tomat F1 dari Parental Terpapar Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi (*Fusarium oxysporum*) terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium. (Tesis). Universitas Lampung. Lampung.
- Majd, A., and Shabrangi. 2009. *Effect of Seed Pretreatment by Magnetic Fields on Mitosis and Catalase activity in maize caryopses with Different Viabilities and Ages*. Genetic Biologie Molecular, Vol V. 2005. 189-192.
- Morejon, L.P., Palacio, J. C., Castro, Abad, Valazquez, Govea, A. P. 2007. Stimulation of *Pinus tropicalis* M. Seeds by Magnetically Treated Water. *International Journal Agrophysics*. 21:173-177.
- Putra, Y., Rusbana, T., dan Anggraeni, W. 2013. *Pengaruh Kuat Medan Magnet Dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) Kadaluarsa Varietas Cihorang*. Jurusan Agrokotek Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten. 6 (2) : 157 – 168.
- Radhakrishnan, R dan Kumari, Bollipo D.R. 2013. Influence of Pulsed Magnetic Field on Soybean (*Glycine max* L.) Seed Germination Seedling Growth and Soil Microbial Population. *Indian Journal of Biochemistry dan Biophysics* vol 50: 312-317.
- Sari, E.N. 2011. *Pengaruh Perendaman dan Lama Pemaparan Medan Magnet Terhadap Indeks Mitosis akar dan Anatomi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)*. (Skripsi). Lampung : Universitas Lampung.
- Setyasih, N., Agustrina, R., Handayani, T. T., dan Ernawati, E. 2013. Pengaruh Medan Magnet 0,3 mT terhadap Stomata Daun Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Wahyudi. 2012. *Bertanam tomat didalam pot dan kebun mini*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Pertumbuhan Generatif Benih Lama Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet 0,2 mT Yang Berbeda

Septi Pangestu^{1*}, Rochma Agustina², Eti Ernawati², dan Sri Wahyuningsih²

¹Mahasiswa S1 dan ²Dosen Biologi FMIPA Universitas Lampung
Jln. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

E-mail: *agustrina@gmail.com*

ABSTRACT

Previous studies have shown that magnetic fields can increase seed vigor, growth, and tomato plant production. This study aims to examine the effect of 0.2 mT magnetic field exposure duration on the generative growth of tomatoes from old seeds. The study was conducted from January to April 2019 at the Botany Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, and at the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The study was conducted using a completely randomized design (CRD) one factor with 5 levels of treatment, namely positive control (SnM₀) is a new seed without magnetic field exposure, negative control (SoM₀) is an old seed without magnetic field exposure, an old seed with a long exposure period of 7 minutes 48 seconds (SoM₇), 11 minutes 44 seconds (SoM₁₁), 15 minutes 36 seconds (SoM₁₅). Each treatment unit was repeated five times. The generative growth parameters measured were carbohydrate content, number of flowers, speed of fruit formation, number of fruits and number of seeds per fruit. The data obtained were analyzed by variance followed by Fisher's test at $\alpha = 5\%$ to see the smallest difference between treatments. The results obtained indicate that the magnetic field of 0.2 mT can increase the generative growth of tomato plants from old seeds. Exposure to a magnetic field of 0.2 mT for 7 minutes 48 seconds gives the best results on parameters of carbohydrate content, speed of fruit formation, number of flowers, and number of small fruit seeds, 11 minutes 44 seconds on the number of flowers and number of fruits, 15 minutes 36 seconds large number of fruit seeds.

Keywords: Old Seeds, *Lycopersicum esculentum* Mill., Magnetic Field, and Generative Growth.

PENDAHULUAN

Tomat merupakan jenis sayuran yang banyak dikenal masyarakat dan digunakan pada hampir setiap jenis masakan, atau bahkan dikonsumsi sebagai buah (Supriati dan Siregar, 2009). Manfaatnya yang multiguna membuat tomat menjadi salah satu komoditi penting sehingga permintaan pasar terhadap tomat selalu tinggi.

Selain kendala iklim, serangan hama dan penyakit, kendala lain yang dihadapi

dalam budidaya tomat adalah ketersediaan benih yang bermutu. Benih tomat yang disimpan terlalu lama atau kadaluarsa masa tanamannya memiliki potensi tumbuh dan daya kecambah yang tidak optimal, sehingga tidak jarang para petani hanya menyimpan benih tersebut dan hanya ditanam untuk keperluan konsumsi sendiri. Sejalan dengan pernyataan Marliah *et al.* (2010) bahwa benih-benih yang telah menurun kualitasnya seperti benih yang telah kadaluarsa atau telah mengalami kemunduran, apabila digunakan

dalam usaha budidaya tanaman akan menghasilkan pertumbuhan dengan hasil yang sangat terbatas. Dengan demikian dibutuhkan suatu alternatif untuk mengatasi masalah mengenai benih lama dalam budidaya agar dapat dimanfaatkan.

Medan magnet diketahui pengaruh positif terhadap pertumbuhan buah selama fase generatif pada tanaman tomat (De Souza *et al.*, 2005). Menurut Morejon *et al.* (2007) sifat fisika dan kimia air yang dipengaruhi medan magnet berubah menjadi lebih mudah diserap oleh biji. Medan magnet pula diketahui meningkatkan muatan negatif pada sel-sel tanaman sehingga akar lebih mudah menyerap ion-ion bermuatan positif seperti K, P, N, Ca, dan Mg (Bilalis *et al.*, 2013). Proses penyerapan air yang berjalan lancar mempercepat perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan tanaman sebagai akibat sehingga adanya peningkatan laju biosintesis molekul organik yang terbentuk (Gholami *et al.*, 2010).

Beberapa penelitian sebelumnya membuktikan medan magnet mampu memperbaiki jaringan rusak pada benih lama yang kemampuan germinasinya menurun akibat kekurangan pati dan protein (Martinez *et al.*, 2014), dan penelitian Pertiwi (2011) membuktikan bahwa pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik dapat meningkatkan produktivitas tanaman tomat. Pada penelitian dikaji pengaruh pemaparan medan magnet pada benih tomat lama (kadaluarsa) dengan lama pemaparan yang berbeda dan untuk melihat dampaknya terhadap fase pertumbuhan generatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari Januari sampai April 2019 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan

Alam, dan di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Sumber medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah solenoida. Peralatan lain yang digunakan adalah spektrofotometer untuk mengukur kandungan karbohidrat pada fase generatif. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kadaluarsa dengan masa tanam yang berbeda yaitu 2016 dan 2020. Bahan untuk pengujian kandungan karbohidrat dan klorofil adalah larutan etanol 80%, fenol 5% dan larutan H₂SO₄. Sedangkan untuk media tanam dan pemeliharaan tanaman menggunakan tanah dan kompos dengan perbandingan 3 : 1, dolomit serta pupuk NPK.

Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor. Dengan 5 taraf perlakuan antara lain : kontrol positif (SnM₀), kontrol negatif (SoM₀), 7 menit 48 detik (SoM₇), 11 menit 44 detik (SoM₁₁), dan 15 menit 36 detik (SoM₁₅). Dalam setiap perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan. Parameter yang diukur adalah kandungan karbohidrat, kecepatan pembentukan buah, jumlah buah, jumlah bunga dan jumlah biji per buah. Data hasil pengukuran (variabel) pertumbuhan yang diperoleh dengan menggunakan Analisis Ragam (*Analysis of Variance*) atau Anova serta diuji lanjut dengan Fisher pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ jika terdapat beda nyata antar perlakuan.

A. Tahap Persiapan

Benih yang akan digunakan dipilih kemudian diletakkan pada cawan petri yang sudah dilapisi kertas germinasi dan diberi label sesuai perlakuan. Masing-masing

cawan diisi 50 benih. Benih kemudian direndam aquades selama 15 menit sebelum dipapar medan magnet.

B. Tahap Perlakuan

a. Pemaparan Medan Magnet

Benih yang telah direndam aquades selama 15 menit kemudian dipapar medan magnet 0,2 mT dengan lama paparan yang berbeda yaitu 7 menit 48 detik (SoM₇), 11 menit 44 detik (SoM₁₁), 15 menit 36 detik (SoM₁₅), kontrol positif (SnM₀) (tanpa pemaparan) dan kontrol negatif (SoM₀) (tanpa pemaparan).

b. Perkecambahan dan Penyemaian Benih

Benih yang telah diberi perlakuan paparan medan magnet kemudian dikecambahkan selama 24 ± 48 jam sampai muncul bakal akar atau radikula. Setelah munculnya radikula sekitar 0,5 cm kemudian di semai dalam *polybag* kecil berukuran panjang 4 cm dan lebar 6 cm yang telah berisi medium tanam yaitu campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 3 : 1. Semaian diletakkan pada tempat yang cukup sinar matahari namun tidak terlalu terik dan terlindung dari hujan. Semaian di siram setiap hari untuk menjaga kelembabannya (Andari, 2018).

c. Penanaman Tomat

Bibit tomat dalam *polybag* kecil yang berumur 10 hari setelah semai dipindahkan ke dalam *polybag* besar berukuran 40 x 40 cm yang telah berisi media tanah dan humus dengan perbandingan 3:1. Kapur dolomit ditambahkan dalam media tanam sebanyak 1,6 gr/*polybag* seminggu sebelum penanaman. Setiap *polybag* yang telah berisi tanaman kemudian disusun secara acak.

C. Tahap Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan dari awal benih ditanam hingga panen berakhir. Pemeliharaan tanaman meliputi: penyiraman, penyulaman, pemupukan dan pemasangan ajir.

D. Pengambilan Data

a. Kandungan Karbohidrat

Sebanyak 0,1 gram sampel daun dihaluskan dan dilarutkan dalam 10 ml aquadest dan disaring menggunakan kertas saring. Sebanyak 1 ml sampel dicampurkan ke dalam 1 ml fenol 5%, lalu dikocok, setelah itu ditambahkan 2 ml asam sulfat pekat dan 2 ml aquadest, kemudian didiamkan selama beberapa menit. Sampel kemudian dipanaskan selama 15 menit, setelah itu didinginkan dengan air mengalir. Pengukuran kandungan sampel glukosa dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm (Apriantono dan Fardiaz, 1989).

b. Jumlah Bunga

Pengamatan jumlah bunga per tanaman dilakukan setiap hari mulai dari awal muncul bunga sampai semua bunga pada semua tanaman membentuk buah.

c. Kecepatan Pembentukan Buah

Penghitungan kecepatan pembentukan buah dilakukan saat pertama kali munculnya buah pada tanaman. Setiap tanaman dari setiap perlakuan memiliki kecepatan pembentukan buah yang berbeda

d. Jumlah Buah

Buah tomat dipanen saat tanaman berusia 63 hari setelah tanam, Jumlah buah dihitung dari rata-rata jumlah buah yang dihasilkan pada setiap tanaman.

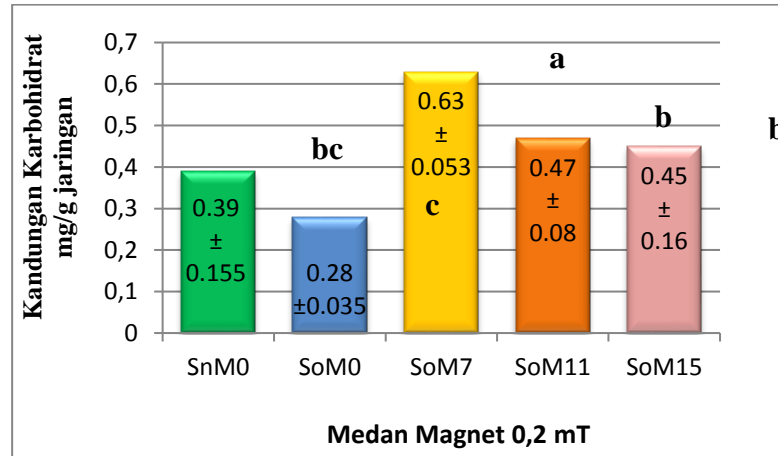
e. Jumlah Biji

Jumlah biji dihitung dengan terlebih dahulu memecah lima buah tomat termasak dari setiap unit perlakuan untuk diambil bijinya. Selanjutnya dihitung jumlah rata-rata setiap pengulangan.

A. Kandungan Karbohidrat

Hasil anara pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa medan magnet memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan karbohidrat (Gambar 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat terhadap kandungan karbohidrat. So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0 = tanpa perlakuan medan magnet; 7= dipapar medan magnet selama 7 menit 48 detik; 11= dipapar medan magnet selama 11 menit 44 detik; 15= dipapar medan magnet selama 15 menit 36 detik. Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Fisher *one way* $\alpha = 5\%$.

Hasil analisis beda nyata antar perlakuan menggunakan Fisher pada taraf 5 % (Gambar 1) menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat tertinggi diperoleh pada tanaman dari benih lama yang dipapar medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik (SoM₇).

Hasil ini diduga bahwa perlakuan medan magnet selama 7 menit 48 detik merupakan waktu pemaparan yang optimum. Akibatnya energi dari medan magnetik mampu mempengaruhi unsur-unsur hara yang terkandung dalam tanaman sehingga proses arbsorpsi unsur-unsur hara dari

lingkungan terjadi lebih cepat dan metabolisme didalam sel pun meningkat. Penelitian ini didukung dengan hasil penelitiann sebelumnya Andari

(2018) dan Lusiati (2017) yang membuktikan bahwa medan magnet sebesar 0,2 mT selama 7 menit 48 detik mampu meningkatkan kandungan karbohidrat tanaman tomat.

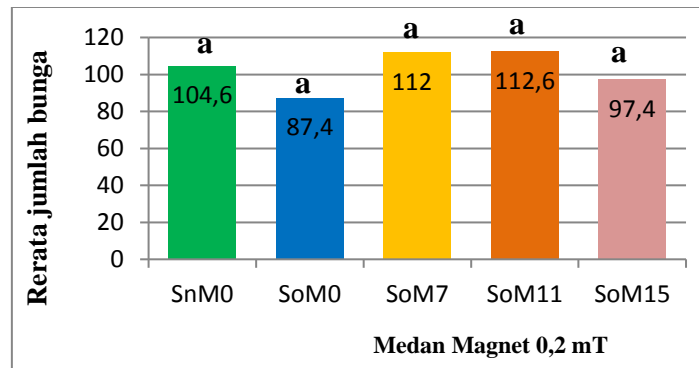
B. Jumlah Bunga

Hasil anara menunjukkan bahwa medan magnet tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah bunga (Gambar

2). Akan tetapi, analisis terhadap perbedaan antar rata-rata jumlah bunga (Gambar 2) menunjukkan bahwa pada tanaman yang berasal dari benih lama yang dipapar medan tanaman yang berasal pada perlakuan lainnya. Pada tanaman yang berasal dari benih lama yang telah dipapar medan magnet

magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik dan 11 menit 44 detik cenderung menghasilkan jumlah bunga lebih banyak dibandingkan

nilai rata-ratanya cenderung menunjukkan peningkatan



Gambar 2. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat terhadap jumlah bunga. So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0= tanpa perlakuan medan magnet; 7= dipapar medan magnet selama 7 menit 48 detik; 11= dipapar medan magnet selama 11 menit 44 detik; 15= dipapar medan magnet selama 15 menit 36 detik. Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji anava *one way* $\alpha = 5\%$.

Diduga hasil ini memberikan bahwa paparan medan magnet pada benih lama mampu meningkatkan metabolisme sel sehingga dapat menghasilkan jumlah bunga lebih tinggi daripada pada tanaman kontrol positif. Hasil ini didukung dengan penelitian Martinez dkk. (2014) yang membuktikan bahwa medan magnet mampu memperbaiki jaringan sel yang rusak pada benih lama yang menyebabkan kemampuan germinasinya menurun akibat kekurangan pati dan protein.

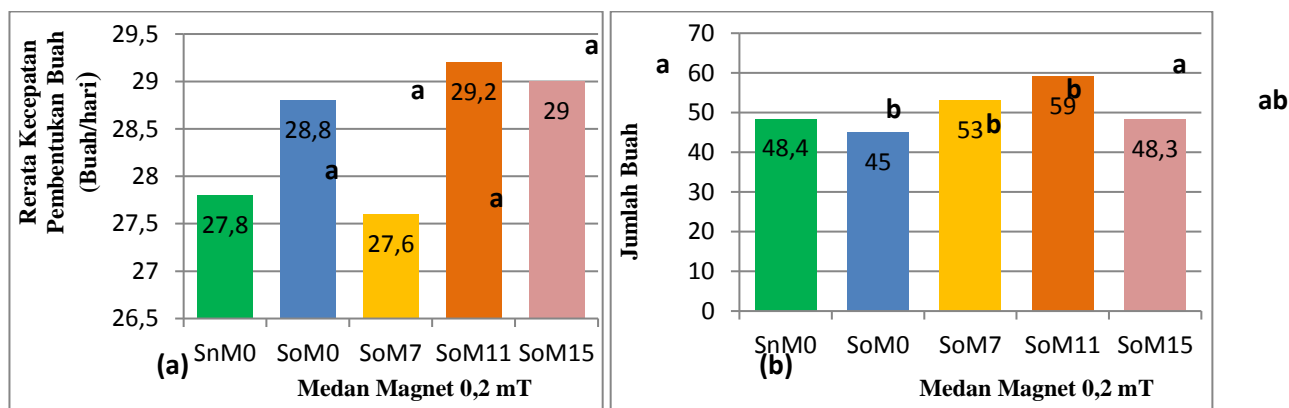
B. Kecepatan Pembentukan Buah dan Jumlah Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa medan magnet tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kecepatan pembentukan buah (Gambar 3a) tetapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah buah (Gambar 3b). Analisis nilai rata-rata antar perlakuan (Gambar 3a) menunjukkan bahwa kecepatan pembentukan buah yang tertinggi diperoleh pada tanaman dari benih tua yang dipapar medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik (SoM₇) dan kecepatan pembentukan buah terendah diperoleh pada tanaman dari benih

tua tanpa pemaparan medan magnet (SoM₀). Hasil ini berbanding lurus dengan hasil kandungan karbohidrat (Gambar 1), dimana perlakuan medan magnet 7 menit 48 detik menghasilkan kandungan karbohidrat paling baik. Menurut Small *et al.* (2012) kandungan klorofil menentukan laju fotosintesis sehingga akan menentukan kandungan karbohidrat dan biomassa. Sehingga pada tanaman berbuah hasil asimilasi (karbohidrat) akan ditranslokasikan dalam produksi buah (Lestari, Sulichatun dan Sugiyarto, 2008).

Ketersediaan karbohidrat merupakan faktor yang sangat penting dalam perkembangan buah. Peningkatan jumlah buah terkait dengan hasil fotosintesis

(karbohidrat) yang digunakan selain untuk pertumbuhan dan perkembangan juga akan ditranslokasikan ke dalam jaringan penyimpanan seperti buah, apabila kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan sudah tercukupi (Zamzami dan Aini, 2015). Hasil uji Fisher pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa perlakuan paparan medan magnet 0,2 mT selama 11 menit 44 detik (SoM₁₁) menghasilkan jumlah buah lebih banyak daripada perlakuan lainnya. Hasil ini selaras dengan penelitian Pertiwi (2011), yang menyatakan bahwa perlakuan medan magnet selama 11 menit 44 detik (SoM₁₁) mampu meningkatkan jumlah buah paling banyak.

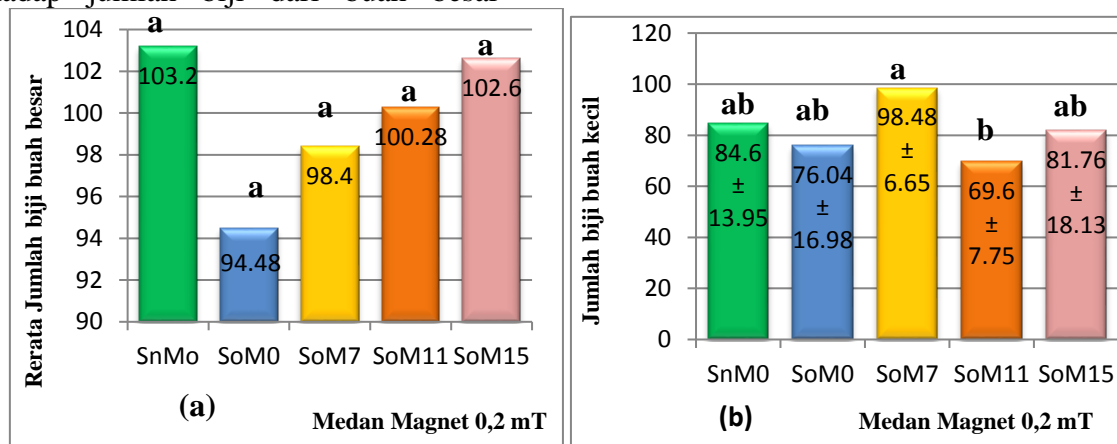


Gambar 3. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat terhadap kecepatan awal pembentukan buah a), dan jumlah buah b), So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0= tanpa perlakuan medan magnet; 7= dipapar medan magnet selama 7 menit 48 detik; 11= dipapar medan magnet selama 11 menit 44 detik; 15= dipapar medan magnet selama 15 menit 36 detik. Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji anava $\alpha = 5\%$.

C. Jumlah Biji Per Buah

Hasil anara pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa medan magnet tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah biji dari buah besar

(Gambar 4a) tetapi berpengaruh nyata terhadap jumlah biji dari buah kecil (Gambar 4b).



Gambar 4. Pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat terhadap jumlah biji buah besar (a), dan jumlah biji buah kecil (b). So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0= tanpa perlakuan medan magnet; 7= dipapar medan magnet selama 7 menit 48 detik; 11= dipapar medan magnet selama 11 menit 44 detik; 15= dipapar medan magnet selama 15 menit 36 detik. Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji anara *one way* $\alpha = 5\%$.

Seperti juga pada jumlah buah kandungan karbohidrat juga diduga mempengaruhi jumlah biji baik pada buah besar maupun buah kecil. Jumlah biji pada tanaman dari benih lama meningkat dengan adanya perlakuan medan magnet. Pada buah kecil, perbedaan jumlah biji sangat nyata ($\alpha = 5\%$). Perlakuan medan magnet yang menghasilkan jumlah biji pada buah kecil tertinggi adalah selama 7 menit 48 detik yang juga menghasilkan kandungan karbohidrat tertinggi. Tanvir *et al.*, (2012) melaporkan bahwa kemampuan tanaman untuk menghasilkan jumlah biji dan memasak bijinya tergantung pada pasokan hasil asimilasinya, sehingga produksi asimilat menentukan jumlah biji. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Pertiwi (2011) yang menyatakan

bahwa paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik mampu meningkatkan jumlah biji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa :

1. Medan magnet 0,2 mT mampu memperbaiki metabolisme pertumbuhan generatif pada benih lama (kadaluarsa).
2. Paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik memberikan hasil yang paling baik pada parameter kandungan karbohidrat, kecepatan pembentukan buah, dan jumlah biji buah kecil, 11 menit 44 detik pada

jumlah bunga dan jumlah buah, 15 menit 36 jumlah biji buah besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Andari, A.A. 2018. Pertumbuhan Generatif Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) Dari Benih lama Dan Benih Baru Di Bawah Pengaruh Lamapemaparan Medan Magnet 0,2 mT Yang Berbeda. (Skripsi). Fmipa Universitas Lampung. Lampung.
- Apriantono, A. dan Fardiaz, D. 1989. *Analisa Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Pendidikan Tinggi PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Bilalis, D.J.N., Katsenios, A. Efthimiadou, A. Karkanis, E. M. Khah, T. Mitsis. 2013. Magnetic Field Pre-sowing Treatment as an Organism Friendly Technique to Promote Plant Growth and Chemical Element Accumulation in Early Stages of Cotton. *Australian Journal of Crop Science*. 7(1): 46-50.
- De Souza, A., Garcia, D., Sueiro, L., Licea, L., and Porras, E. 2005. Pre-Sowing Magnetic Treatment of Tomato Seeds Effects on The Growth and Yield of Plants Cultivated Late in the Season. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Pp. 113-122.
- Gholami, A., Saaed S., dan Hamid A. 2010. Effect of magnetic field on seed germinating of twoWheat Cultivars. *World Academy of Science Engineering and Technology*. 62 : 279-282.
- Lestari, G. W., Sulichatun., dan Sugiyarto. 2008. Pertumbuhan, Kandungan Klorofil, dan Laju Respirasi Tanaman Garut (*Maranta arundinacea* L.) setelah Pemberian Asam Giberelat (GA3). *Bioteknologi*. 5 (1): 1.
- Lusiati. 2017. Uji Ketahanan Tomat F1 dari Parental Terpapar Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi (*Fusarium oxysporum*) terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium. (Tesis). Universitas Lampung. Lampung.
- Marliah, A., Jumini, Jamilah, 2010. Pengaruh Jarak Tanam Antar Barisan pada Sistem Tumpangsari Beberapa Varietas Jagung Manis dengan Kacang Merah terhadap Pertumbuhan dan Hasil. *J. Agrista* Vol. 14 (1): 30 – 38.
- Martínez, F.R ., Pacheco, A.D., Aguilar, C.H., Pardo, G.P., and Ortiz, E.M. 2014. Effects Of Magnetic Field Irradiation On Broccoli Seed With Accelerated Aging. *Jurnal Acta Agrophysica*. 21(1) : 63-67.
- Morejon, L.P., Paloco, J.C.C., Abad, V dan Govea, A.P. 2007. *Simulation Of Pinus Tropicalis M. Seeds By Magnetically Treated Water*. International Agrophysics. Cuba. Pp 173-177.
- Pertiwi, A. 2011. Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet Terhadap Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). (Skripsi). FMIPA Universitas Lampung. Lampung.

Tanvir, M.A., Ul-Haq, Z., Hannan, A., Nawaz, M.F., Siddiqui, M.T., and Shah, A. 2012. Exploring the Growth Potential of *Albizia Procera* and *Leucaena Leucocephala* as Influenced by Magnetic Fields. *Turk Journal Agric.* 36 : 757- 763.

Supriati, Y. dan Siregar, F.D. 2009. *Bertanam Tomat dalam Pot dan Polibag*. Penebar Swadaya: Jakarta.

Zamzami, M.N., dan Aini, N. 2015. Pengaruh jumlah tanaman per polibag dan pemangkasan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun Kyuri (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 3: 113-119.

Pertumbuhan Vegetatif Benih Lama Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet 0,2 Mt Yang Berbeda

Mita Dwifitria Rahayu¹, Rochmah Agustrina², Nismah Nukmal², dan Sri Wahyuningsih²

¹Mahasiswa dan ²Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

Email : agustrina@gmail.com

ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) is widely consumed as fresh fruit and used as materials for the food and cosmetics industry so that the demand for tomato in Indonesia increases every year. However, tomato cultivation still faces obstacles including the availability of quality seeds. Farmers do not use old or expired seeds because of the low quality of growth and production. Magnetic field is known to increase metabolism and plant growth quality. In this research, testing to use of a magnetic field of 0.2 mT on vegetatif growth of old tomato seeds. The research was conducted with a completely randomized design (CRD) with five treatments levels, namely for new seeds without exposure to magnetic fields (SnM₀, positive control), old seeds without exposure to magnetic fields (SoM₀, negative control) and old seeds with exposure to magnetic fields for 7 48 minutes (SoM₇), 11 minutes 44 seconds (SoM₁₁) and 15 minutes 36 seconds (SoM₁₅). Each treatment was repeated five times. The parameters measured were plant height, total leaf surface area, dry weight, and chlorophyll content of tomato plants. The data obtained were analyzed by variance followed by Fisher's exact test at $\alpha = 5\%$ level. The results obtained showed that the influence of a magnetic field of 0.2 mT did not provide any real difference to vegetative growth but was able to improve and increase the metabolism of old seeds so that plant height, total leaf surface area, dry weight and chlorophyll content of tomato leaves from old seeds also increased. Exposure to a magnetic field of 0.2 mT for 7 minutes 48 seconds provided the best vegetative growth at the 4th week of the height parameters of tomato plants from old seeds.

Keyword : magnetic field, seeds, vegetative growth

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena termasuk tanaman penting sebagai bahan baku industri pangan dan kosmetik. Meskipun produksi tomat di Indonesia terus meningkat sejak tahun 2011 hingga 2015 dari 77,40 Ku/Ha menjadi 160,93 Ku/Ha (Badan Pusat Statistik, 2016), namun budidaya tomat masih memiliki berbagai kendala antara lain

ketersediaan benih yang bermutu. Umumnya benih baru memiliki kualitas pertumbuhan (vigor) yang baik. Benih tomat baru menjamin mutu kuantitas dan kualitas hasil panen, sedangkan benih lama atau kadaluarsa mengalami penurunan vigor dan daya kecambah seiring dengan bertambahnya masa penyimpanan benih sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan produksinya (Kinayungan, 2009).

Salah satu upaya untuk memanfaatkan benih tanaman tomat yang kadaluarsa adalah dengan

menggunakan medan magnet. Medan magnet diketahui menghasilkan suatu energi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas hasil di bidang pertanian (Cakmak dkk., 2010). Berbagai hasil penelitian sebelumnya membuktikan bahwa medan magnet dapat mempengaruhi aktivitas ion-ion dalam sel tanaman (Putra dkk., 2014). Medan magnet di lingkungan sekitar tanaman akan mengubah pergerakan laju unsur-unsur paramagnetik dan feromagnetik seperti Ca, Fe, Na serta K dalam sel tanaman (Wulansari dkk., 2017). Perubahan unsur-unsur tersebut mengakibatkan proses metabolisme dalam sel tanaman meningkat (Sari dkk., 2015). Hasil penelitian De Souza dkk., (2005) menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet sebesar 120 mT selama 10 menit atau 80 mT selama 5 menit terhadap benih tomat mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif seperti peningkatan ukuran, berat basah dan berat kering tanaman dan pertumbuhan generatif yakni ukuran buah yang relatif lebih besar. Selain itu, medan magnet juga meningkatkan panjang kecambah tanaman kurma (Fauzia, 2015), tinggi tanaman, jumlah daun pada tanaman krisan (Pramana

dkk., 2015), tanaman cabai merah besar (2017), tanaman sawi (Djoyowasito dkk., 2019).

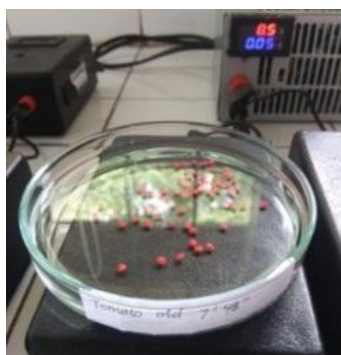
Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji apakah energi medan magnet dapat juga digunakan untuk memperbaiki metabolisme pada benih yang kadaluarsa sehingga perkecambahan dan pertumbuhannya sama dengan benih yang baru.

METODE

A. Alat dan Bahan

Benih tomat yang digunakan diperoleh dari toko benih di pasar Gisting, Kabupaten Tanggamus. Benih lama adalah benih yang tahun kadaluarsanya tahun 2016 dan benih baru yang tahun kadaluarsa pada tahun 2020. Bahan lain yang digunakan adalah pupuk NPK, media tanam menggunakan campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 3:1, dan bahan lain untuk analisis klorofil.

Alat yang digunakan yaitu solenoid untuk menghasilkan medan magnet 0,2 mT, spektrofotometri UV untuk mengukur kandungan klorofil dan berbagai perkakas tanam.



Gambar 1. Soleonida (Dokumentasi Pribadi)

B. Metode penelitian

Penelitian dirancang dalam acak lengkap (RAL) dengan lima taraf perlakuan yaitu kontrol positif (SnM₀), benih baru tanpa paparan medan magnet; kontrol negatif (SoM₀); benih lama tanpa paparan medan magnet; SoM₇, benih lama dengan paparan medan magnet selama 7 menit 48 detik; SoM₁₁, benih lama dengan paparan medan magnet selama 11 menit 44 detik dan SoM₁₅, benih lama dengan paparan medan magnet selama 15 menit 36 detik. Setiap perlakuan diulang lima kali. Parameter yang diukur yaitu tinggi tanaman, luas total permukaan daun, berat kering tanaman, dan kandungan klorofil total daun tanaman tomat. Data yang diperoleh dianalisis ragam dilanjutkan dengan uji beda antar perlakuan menggunakan uji Fisher pada taraf nyata $\alpha = 5\%$.

C. Perkecambahan, Penyemaian, Penanaman, dan Pemeliharaan Tanaman

Pada penelitian ini semua benih yang telah dipilih direndam dengan *aquades* selama 15 menit sebelum diberi perlakuan medan magnet. Setelah diberi perlakuan, benih ditumbuhkan di dalam *chamber*

hingga muncul radikula. Benih yang telah memiliki radikula sepanjang 0,5 cm disemai ke *polybag* berukuran 10 x 15 cm hingga tanaman berumur 7 hari. Selanjutnya tanaman dipindahkan ke dalam *polybag* berukuran 40 x 40 cm yang berisikan media tanam. Pada pemeliharaan, tanaman disiram sebanyak 2 kali setiap pagi dan sore. Setiap hari dilakukan penyiangian untuk membersihkan gulma yang ada. Apabila terdapat bibit yang mati, dilakukan penyulaman bibit lama diganti dengan bibit baru. Kemudian setiap hari ke - 10, 20, 30, dan 40 tanaman diberi pupuk sebanyak 3, 5 gr dan pada hari 30 dan 40 sebanyak 6 gr. Tanaman yang telah mencapai tinggi sekitar 10 -15 cm dipasangkan ajir yang terbuat dari bambu setinggi 1,5 m untuk mencegah agar tanaman tidak roboh.

D. Pengambilan data

a. Tinggi tanaman tomat

Tinggi tanaman diukur dari tanaman berumur 1 - 4 minggu setelah tanam (mst). Tinggi tanaman diukur mulai dari ujung akar sampai ujung pucuk yang tertinggi (Nastiti, 2017).



Gambar 2. Tinggi tanaman tomat pada minggu ke - 2 setelah tanam (Dokumentasi Pribadi)

b. Luas total permukaan daun tanaman tomat

Luas total permukaan daundari tanaman berumur 1 - 4mst. Luas total permukaan daun diukur dengan mengambil daun kelima dari daun teratas. Daun dipotong berbentuk segi empat dengan ukuran 2 x 2 cm, lalu ditimbang, kemudian keseluruhan daun tanaman ditimbang beserta daun yang telah dipotong. Luas total permukaan daun dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LD = \frac{\text{hasil timbangan seluruh daun}}{\text{berat daun ukuran 2 x 2 cm}} \times 4g$$

Keterangan :

LD = Luas daun tanaman(cm²)

g = Gram

c. Berat kering tanaman tomat

Berat kering tanaman diukur dari tanaman berumur 1 – 4 mst. Pengukuran dimulai dengan memotong tanaman menjadi kecil - kecil, kemudian dibungkus dengan

kertas koran kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam. Daun yang telah dikeringkan disimpan ke dalam desikator sampai siap ditimbang dengan neraca analitikberat keringnya (Sari, 2018).

d. Kandungan klorofil total daun tanaman tomat

Kandungan klorofil total daun tanaman diukur pada tanaman berumur 3 minggu setelah tanam (mts). Pengukuran kandungan klorofil dilakukan pada daunkeenam dari pucuk tanaman. Sebanyak 0,1 g daun dihaluskan dengan mortar,kemudianditambahkan 10 ml etanol 95% dan diaduk. Larutan klorofil dalam etanoldimasukan ke dalam tabung reaksi yang ditutup rapat dengan aluminium foil. Sampel dalam tabung tertutup disentrifuge selama 15 menit. Sebanyak 1 ml ekstrak sampel hasil sentrifigasi dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur kandungan klorofilnya menggunakan spektrofotometer uv pada $\lambda = 648$

nm dan 668 nm. Pengukuran klorofil dilakukan dua kali (duplo) setiap sampel. Kandungan klorofil sampel dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Kt = 5,24 \lambda_{664} + 22,24 \lambda_{648} \left(\frac{V}{1000 \times W} \right)$$

Keterangan :

Kt = klorofil total (mg/l)

λ_{664} = nilai absorbansi pada panjang gelombang 664 nm

λ_{648} = nilai absorbansi pada panjang gelombang 648 nm

V= volume ekstrak klorofil (ml)

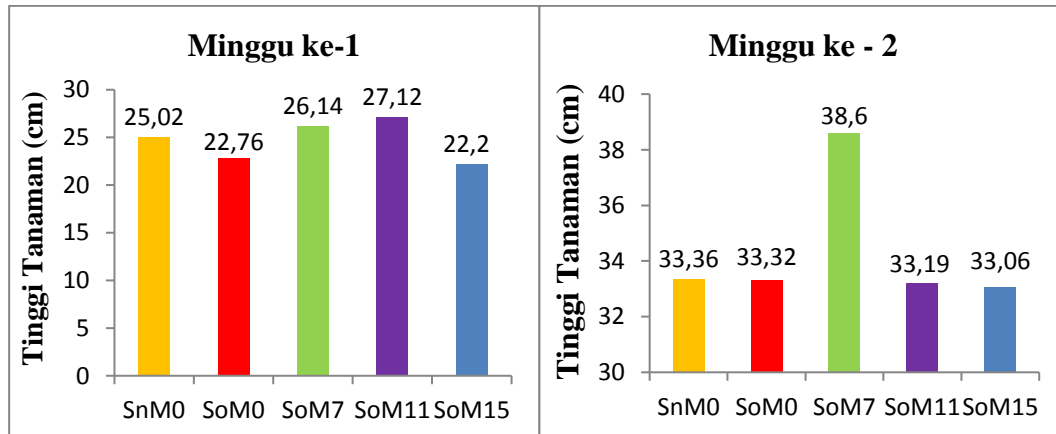
W = berat sampel daun tomat (g) (Miazek, 2002).

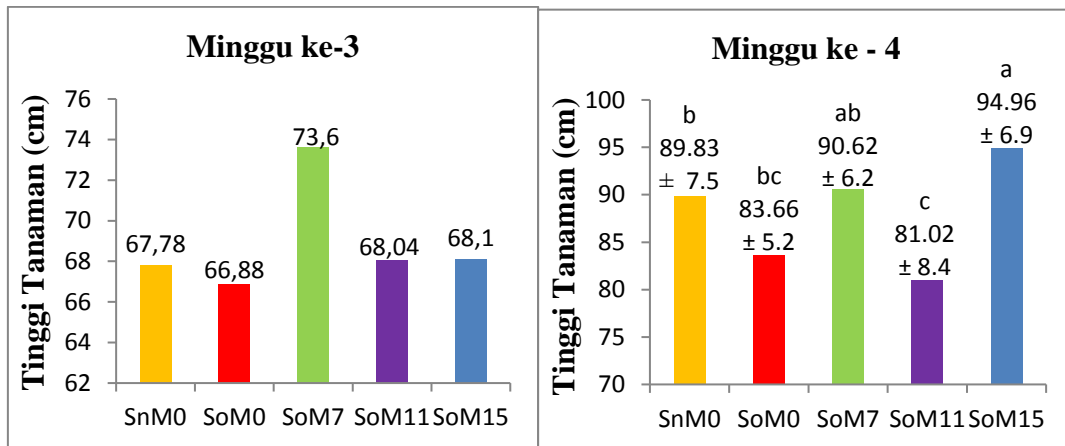
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama paparan medan magnet 0,2 mT tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, peningkatan luas total permukaan daun, berat kering dan kandungan klorofil total daun tanaman tomat ($\alpha \geq 5\%$), kecuali pada tinggi tanaman tomat yang berumur 4 mst (Tabel 1.).

A. Tinggi Tanaman Tomat

Hasil analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet tidak memberikan pengaruh yang nyata pada tinggi tanaman kecuali pada tanaman berumur 4 mst.

HASIL DAN PEMBAHASAN





Gambar 3. Pengaruh medan magnet 0,2 mT terhadap tinggi tanamantomat berumur 1, 2, 3 dan 4 mst. So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0 = tanpa perlakuan; 7= dipapar medan magnet selama 7' 48''; 11= dipapar medan magnet selama 11' 44''; dan 15 = dipapar medan magnet selama 15' 36''. Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Fisher pada $\alpha = 5\%$.

Hasil ini memberikan dugaan bahwa benih lamamengalami kemunduran kualitas karena masa penyimpanan (Yuniarti dkk., 2013). Diawal perkecambahan kemunduran kualitas benih lama ditunjukkan dengan rusaknya sebagian membran sel (McCormack, 2004), dan berkurangnya cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak (Purwanti, 2004) sehingga dampak medan magnet terhadap proses metabolisme masih dipergunakan dalam proses sel-sel benih dan energi medan magnet masih belum sepenuhnya digunakan untuk pertumbuhan seperti pembelahan dan diferensiasi dalam pembentukan sel-sel, jaringan serta organ baru tanaman tomat sehingga pertumbuhan tinggi tanamannya rendah. Namun, seiring berjalannya waktu, kerusakan dan kebocoran sel – sel pada benih lama menjadi pulih

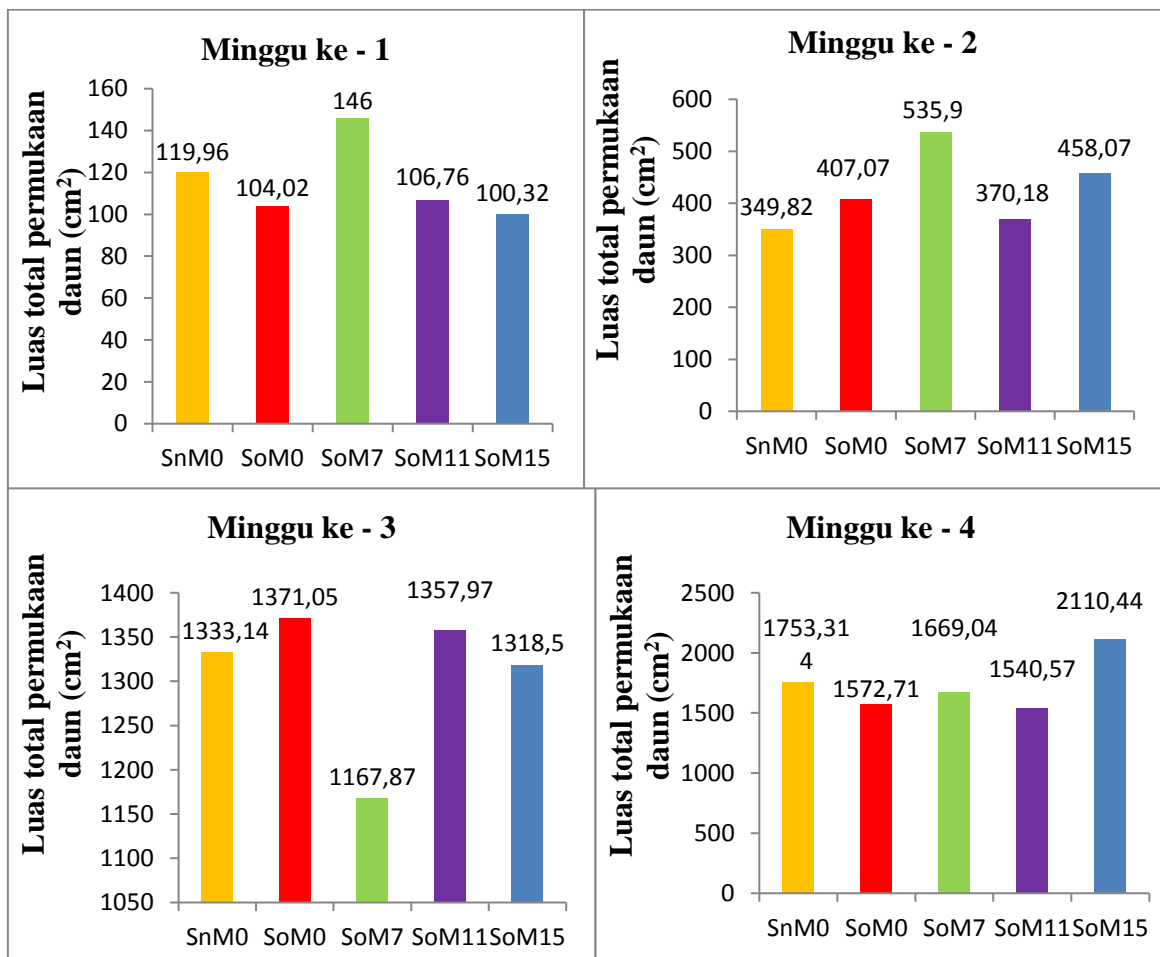
akibat kemampuan medan magnet yang mengakibatkan keseluruhan energi dapat dipergunakan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman tomat. Energi dari paparan medan magnet pada benih lama dapat mengubah pergerakan laju ion kalsium (Ca^{2+}) di dalam sel tanamanyang menyebabkan peningkatanaktivitas enzim-enzim salah satunya enzim α -amilase (Handoko dkk., 2017). Peningkatan enzim α -amilasemempercepat perkecambahan memacu pembentukan akar dan meningkatkan proses penyerapan nutrisi lebih baik sehingga dapat meningkatkan proses metabolisme seperti sintesis hormon-hormon yang berperan dalam pertumbuhan sel tanaman antara lain hormon sitokinin, auksin, dan giberelin. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Turker dkk. (2007), menunjukkan bahwa paparan medan magnet statis dari arah atas meningkatkan

kandungan *Gibberellic acid-equivalents* (GAs), *Indole-3-acetic acid* (IAA) dan *trans-Zeatin* (t-Z) pada tanaman bunga matahari. Menurut Cato dkk. (2013) hormon sitokinin, auksin merangsang pembelahan dan diferensiasi sel, sedangkan giberelin berfungsi dalam pemanjangan sel sehingga memacu pertumbuhan batang menyebabkan pertambahan tinggi pada tanaman. Hasil perbaikan benih lama oleh paparan medan magnet pada tanaman berumur dari 1 sampai 4 mst membuktikan

bahwa tanaman dari benih lama dapat tumbuh dengan baik bahkan tanaman yang dihasilkan lebih tinggi dari tanaman yang berasal dari benih baru.

B. Luas Total Permukaan Daun Tanaman

Hasil analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet tidak berpengaruh yang nyata pada luas daun tanaman.



Gambar 4. Pengaruh medan magnet 0,2 mT terhadap luas daun tanaman tomat berumur 1, 2, 3 dan 4 mst. So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2

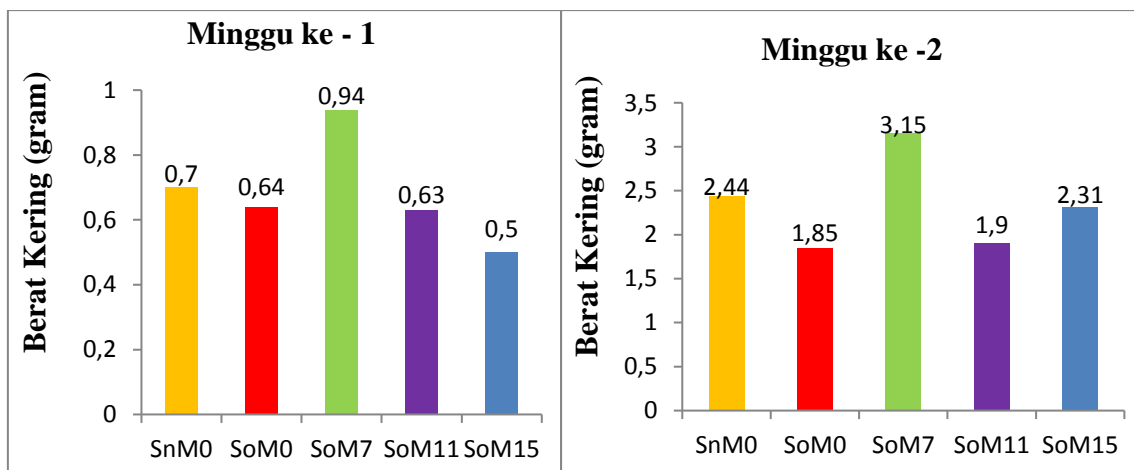
mT; 0 = tanpa perlakuan; 7= dipapar medan magnet selama 7' 48''; 11= dipapar medan magnet selama 11' 44''; dan 15 = dipapar medan magnet selama 15' 36''.

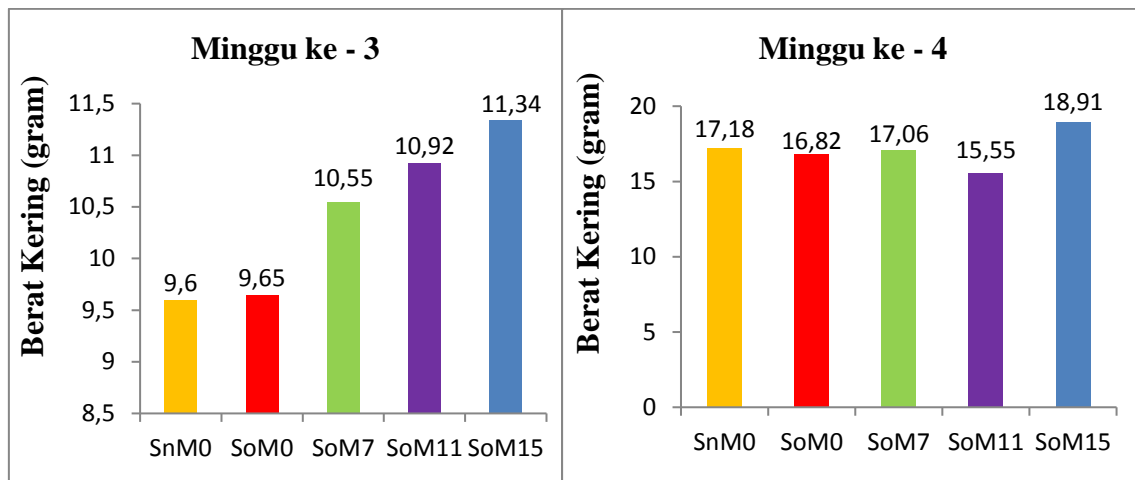
Hasil Gambar 4 menunjukkan bahwa paparan medan magnet dapat meningkatkan luas total permukaan daun tanaman tomat yang berasal dari benih lama. Hasil ini diduga terkait dengan hasil parameter tinggi tanaman tomat sebelumnya yang membuktikan bahwa benih lama yang mengalami kerusakan membran sel dan metabolisme yang rendah mampu diperbaiki oleh energi medan magnet. Medan magnet dapat meningkatkan penyerapan air, jumlah asimilasi nutrisi serta aktivitas metabolisme seperti sintesis hormon endogen yakni hormon sitokinin, auksin, dan giberalin (Turker dkk., 2007). Hormon sitokinin auksin dan giberelin berperan dalam merangsang pembelahan, pembentukan, pembesaran

dan pemanjangan sel organ tanaman (Ogunyale dkk., 2014). Ketiga hormon tersebut mampu mempercepat pertumbuhan luas permukaan dan jumlah daun pada tanaman tomat dari benih lama. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Podleśny dkk. (2005) menunjukkan bahwa pengaruh medan magnet sebesar 30 mT selama 5 detik dan 85 mT 15 detik terhadap luas daun tanaman kacang varietas rola dan piast tumbuh lebih tinggi daripada kontrol.

C. Berat Kering Tanaman

Hasil analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa lama paparan medan magnet tidak memberikan pengaruh yang nyata pada berat kering.





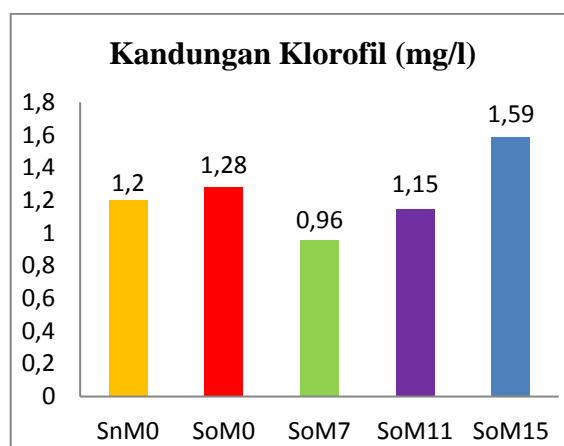
Gambar 5. Pengaruh medan magnet 0,2 mT terhadap berat kering tanaman tomat berumur 1, 2, 3 dan 4 mst. So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0 = tanpa perlakuan; 7= dipapar medan magnet selama 7' 48''; 11= dipapar medan magnet selama 11' 44''; dan 15 = dipapar medan magnet selama 15' 36''.

Gambar 5 menunjukkan bahwa lama paparan medan magnet mampu meningkatkan berat kering tanaman dari benih lama. Hasil didukung oleh penelitian Efthimiadou dkk. (2014) yang menunjukkan bahwa medan magnet sebesar 12.5 mT selama 10 menit dan 15 menit dapat meningkatkan berat kering tanaman tomat. Berat kering tanaman berhubungan erat dengan tinggi tanaman dan luas daun tanaman. Semakin tinggi tanaman, semakin panjang ukuran dan jumlah batang/tangkai, akar dan daun yang terbentuk maka semakin tinggi berat kering yang dihasilkan oleh tanaman. Hasil ini terkait dengan hasil parameter tinggi tanaman dan luas daun tanaman dari benih lama yang menduga bahwa medan magnet dapat merubah

pergerakan ion Ca^{2+} dalam sel tanaman benih lama sehingga meningkatkan aktivitas metabolisme terutama dalam sintesis protein. Sintesis protein yang meningkat menghasilkan peningkatan pada biomassa tanaman (Azitadan Ahmad, 2009). Benih lama yang dipapar medan magnet terbukti meningkatkan biomassa (berat basah) dan berat kering tanaman dari benih lama.

D. Kandungan Klorofil Total

Hasil analisis ragam pada taraf $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa lama paparan medan magnet tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kandungan klorofil total daun tanaman tomat.



Gambar 6. Pengaruh medan magnet 0,2 mT terhadap klorofil total daun tanaman tomat berumur 3 mst. So= benih lama; Sn= benih baru; M= medan magnet 0,2 mT; 0 = tanpa perlakuan; 7= dipapar medan magnet selama 7' 48''; 11= dipapar medan magnet selama 11' 44''; dan 15 = dipapar medan magnet selama 15' 36''.

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa hasil rata-rata kandungan klorofil tertinggi diperoleh paparan medan magnet selama 15 menit 36 detik. Sedangkan lama paparan medan magnet lainnya lebih rendah dari kontrol. Hasil ini diduga bahwa medan magnet cenderung meningkatkan kandungan klorofil tanaman tomat dari benih lama. Medan magnet mampu meningkatkan aktivitas metabolisme salah satunya sintesis sitokinin. Sintesis sitokinin berperan penting pada perkembangan kloroplas (Atak dkk., 2003) sehingga apabila sintesis sitokinin tinggi maka perkembangan kloroplas dan jumlah klorofil daun juga meningkat. Hasil benih lama yang dipapar medan magnet ini membuktikan bahwa selain meningkatkan tinggi tanaman, luas daun dan berat kering tanaman, medan magnet juga mampu meningkatkan jumlah kandungan klorofil total pada benih lama. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Çelik dkk. (2008) yang membuktikan bahwa eksplan tanaman *paulownia tomentosa* yang melewati

medan magnet sebesar 2,9 - 4,6 mT selama 2,2 detik menghasilkan kandungan klorofil total lebih tinggi daripada kontrol.

KESIMPULAN

Perlakuan medan magnet 0,2 mT tidak memberikan perbedaan nyata terhadap pertumbuhan vegetatif namun medan magnet mampu memperbaiki dan meningkatkan metabolisme benih lama atau benih yang kadaluarsa masa tanamnya sehingga pertumbuhan tanaman, luas total permukaan daun, berat kering dan kandungan klorofil total daun yang berasal dari benih tomat lama relatif sama bahkan pada beberapa parameter pertumbuhannya lebih baik daripada tanaman dari benih baru. Paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik pada benih lama menghasilkan pertumbuhan vegetatif paling baik pada minggu ke-4 tinggi tanaman tomat.

REFERENSI

- Atak, Ç., Özge, E., Sema A., dan Aytekin, R. 2003. Stimulation of Regeneration by Magnetic Field in Soybean (*Glycine max* L. Merrill) tissue culture. *Journal of Cell and Molecular Biology*. 2 : 113 - 119.
- Azita, S., dan Ahmad, M. 2009. Effect of Magnetic Field on Growth and Antioxidant Systems in Agricultural Plants. *Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings, Beijing, China*. 23-27 :1142-1147.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Indikator Pertanian 2015/2016*. Statistik Indonesia. Jakarta. 53.
- Cakmak, T., Rahmi, D., dan Serkan, E. 2010. Acceleration of germination and early Growth of Wheat and Bean Seedlings Grown Under Various Magnetic Field and Osmotic Conditions. *Journal of Bioelectromagnetics*. 31 : 120-129.
- Cato, S.C., Willian, R.M., Lázaro, E.P.P., dan Paulo, R.C.C. 2013. Sinergism Among Auxins, Gibberellins and Cytokinins in Tomato CV. Micro-Tom. *Journal of Horticultura Brasileira*. 31 : 549 - 553.
- Çelik, O., Çimen, A., dan Aitekin, R. 2008. Stimulation of Rapid Regeneration by A Magnetic Field in Paulownia Node Cultures. *Journal of Central Europeen Agriculture*. 9 (2) : 297-304.
- De Souza, A., Garcia D., Sueiro L., Licea L., dan Porrás E. 2005. Pre-sowing Magnetic Treatment of Tomato Seeds : Effect on The Growth and Yield of Plants Cultivated Late in The Season. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 3 (1) : 113-122.
- Djoyowasito, G., Ary, M.A., Musthofa, L., dan Alifah, M. 2019. Pengaruh Indukasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7 (1) : 8-19.
- Efthimiadou, A., Nikolaos, K., Anestis, K., Panayiota, P., Vassilios, T., Ilias, T., dan Dimitrios, J.B. 2014. Effects of Presowing Pulsed Electromagnetic Treatment of Tomato Seed on Growth, Yield, and Lycopene Content. *The Scientific World Journal*. 1-6.
- Fauzia, A. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Tanaman Kurma (*Phoenix dactylifera*) Jenis Majol. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Handoko, Sudartim dan Rif'ati, D.H. 2017. Analisis Dampak Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum*. L) Terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum*. L). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5 (4) : 370-377.
- Kinayungan, G. 2009. Penggunaan Metode Invirogasi Untuk Meningkatkan Daya Simpan Benih Kacang Panjang (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hask). (Skripsi). Universitas Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Miazek, Mgr Inz.Krystian. 2002. *Chlorophyll Extraction from*

- Harvested Plant Material*.
Supervisor : Prof. dr hab. inz.
Stanislaw Ledakowicz.
- Nastiti, E. 2016. Efektivitas Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Resistensi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) yang Diinfeksi *Fusarium sp.* (Tesis). Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ogunyale, O.G., Fawibe, O.O., Ajiboye A.A., dan Agboola, D.A. 2014. A Review of Plant Growth Substances : Their Forms, Structures, Synthesis and Functions. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biolog.* 5 (4) : 152 - 168.
- Podleśny, J., S. Pietruszewski, dan A. Podleśna. 2005. Infulence of Magnetic Stimulation of Seeds on The formation of Morphological Features and Yielding of The Pea. *International Agrophysics.* 19 : 61-68.
- Pramana, I Gusti Putu Eka, I Made Anom S.W., dan I.B.P., Gunadnya. 2015. Peranan Kuat Medan Elektromagnetik dalam Memacu Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Krisan (*Chrysantemum*). *Jurnal*. Universitas Udayana. Bali.
- Purwanti, S. 2004. Kajian Suhu Ruang Simpan Terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning. *Jurnal Ilmu Pertanian.* 11 (1) : 22 - 31.
- Putra, Y., Tubagus B.R., dan Wulan A. 2014. Pengaruh Kuat Medan Magnet dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) Kadaluarasa Varietas Ciherang. *Jurnal Argoteknologi.* 6 (2).
- Sari, R.E.Y.W., Trapsilo, P., dan Sudarti. 2015. Aplikasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 100 μ T dan 300 μ T pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika.* 4 (2) : 164-170.
- Sari, Y. 2018. Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet 0.2 mT Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Dari Benih Lama dan Baru. (Skripsi). Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Turker, M., Cabir, T., Peyami, B. dan Mehmet, E.E.2007. The Effect of an Artificial and Static Magnetic Field on Plant Growth, Chlorophyll and Phytohormone Levels in Maize and Sunflower Plants. *Journalof Phyton; Annales Rei Botanicae.* 46 (2) : 271 - 284.
- Wulansari, M., Sudarti, dan Rif'ati D.H. 2017. Pengaruh Induksi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Pertumbuhan Pin Heat Jamur Kuping (*Auricularia auricular*). *Jurnal Pembelajaran Fisika.* 6 (2) : 181-188.

Pengembangan Keanekaragaman Spesies Burung Sebagai Indikator Kualitas Ruang Terbuka Hijau Di Ketiga Kampus Universitas Lampung

Badia Roy Ricardo Nababan¹, Sugeng P. Harianto², Agus Setiawan², Bainah Sari Dewi²

1 Pascasarjana Ilmu Kehutanan Univeristas Lampung

2 Jurusan Kehutanan Universitas Lampung

Email: rnababan18@gmail.com

ABSTRACT

Birds can be an environmental bioindicator, especially environments like green campus. Development of bird species diversity as an indicator of environmental quality uses bird community index that have not been widely used on green campuses such as University of Lampung. Research had been done in December 2018 to May 2019. The research processed through identification of bird species, determining the type of guild, classification of bird species based on the guild, determining the value, and determining the criteria for the green open space quality index value. In total result, there are 35 species of birds included in 5 bird guilds. The green open space quality index value is obtained by multiplying the total score by the correction factor. Highest value of green open space is the main campus with a good quality category. Composition of specialist and generalist birds in determining bird character influences the assessment of the value of the green space quality index. More varied species of birds indicate ecological variations existed at the University of Lampung.

Keywords: Birds, Guilds, Enviromental Bioindicator.

PENDAHULUAN

Banyak universitas menerapkan tem-tema universitas hijau dan pengembangan berkelanjutan (Grindstend dan Hol, 2012; Lukman *et al*, 2010). Universitas Lampung (Unila) merupakan salah satu kampus hijau pada peringkat 20 di Indonesia (UI Green Metric, 2018). Seiring pembangunannya, Unila memperhatikan ekologi melalui keberadaan pohon dan tanaman sebagai elemen kampus (Syam dkk, 2007) pada ketiga kampusnya.

Sebagai kampus hijau, vegetasi mendukung pelestarian satwa liar dalam menyediakan habitat yang sesuai untuk satwa liar. Mustari *et al* (2014) menemukan 14 spesies mamalia di kampus dramaga IPB, sedangkan penelitian Rahayuningsih dan Abdullah (2012) menemukan 20 spesies

herpetfauna di Kampus Sekaran Unnes. Satwa liar yang teramati di kampus utama unila meliputi 11 spesies kupu kupu (Soekardi, 2007) dan 68 spesies burung (Djausal *et al*, 2007) yang ditemukan di.

Burung merupakan satwa liar yang banyak dijumpai di lingkungan kampus. Terdapat sekitar 20-50 spesies burung yang ditemukan pada lanskap kampus hijau yang memiliki ragam vegetasi (Azis *et al*, 2014; Ridwan *et al*, 2015; Rukmi, 2010; Setiayaji, 2011). Habitat beragam speises burung di kampus cenderung berupa *patch* ruang terbuka hijau bervegetasi dan multi strata mulai dari tumbuhan bawah sampai pepohonan (Jarulis, 2007; Rumanasari *et al*, 2017) seperti pada ketiga kampus unila.

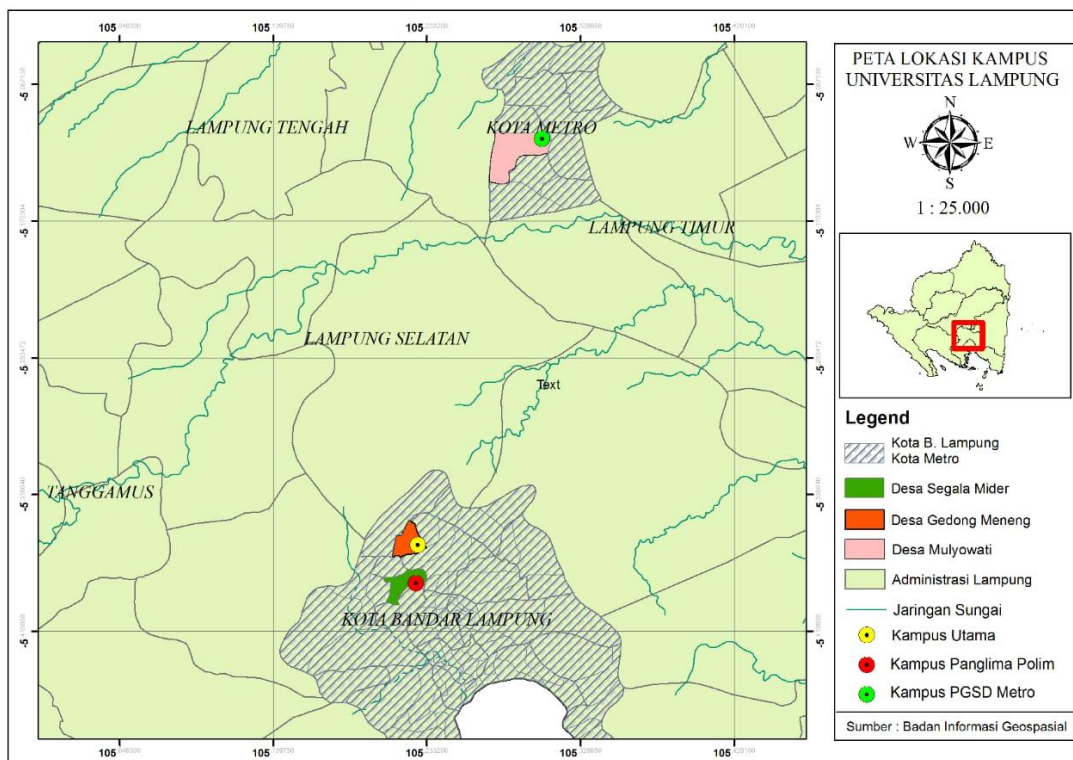
Kajian mengenai burung pada kampus hijau terus berkembang, namun

nilai kualitas lingkungan melalui burung sebagai indikator perlu diteliti. Penelitian yang berkaitan mengenai burung dan kualitas lingkungan kampus unila hanya mencakup inventarisasi spesies burung dan nilai keanekaragaman spesies (Nurhasanah, 2018) serta hubungan spesies burung dengan komposisi pohon (Ramadhani, 2018). Menurut Mardiasuti *et al* (2014) menyatakan burung dapat digunakan sebagai ukuran baik atau tidaknya suatu habitat, termasuk habitat ruang terbuka hijau. Minimnya penelitian mengenai penentuan kualitas lingkungan dengan menggunakan burung menjadi dasar pelaksanaan penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan menganalisis komposisi *guild* burung dan menentukan kualitas lingkungan di ketiga Kampus Unila dengan menggunakan burung sebagai indikator. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi model pengelolaan berkelanjutan di kampus hijau Universitas Lampung.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah terlaksana di Bulan Desember 2018 sampai dengan Mei 2019. Lokasi penelitian dilakukan pada ketiga Kampus Unila meliputi kampus utama, kampus A FKIP dan kampus B FKIP yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Ketiga Kampus Universitas Lampung

Alat penelitian yang digunakan adalah peta kawasan, teropong binokuler Bushnell Falcon 10x50, kamera Canon D3100, alat tulis, *tally sheet* dan buku seri panduan

pengamatan burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (Mackinnon *et al*, 2010). Objek penelitian ini berupa spesies burung setiap kampus.

Data yang dicatat adalah jumlah spesies burung. Pengumpulan data burung dilakukan melalui pengamatan langsung menggunakan metode terkonsentrasi di lokasi pengamatan yang sudah ditentukan. Alikodra (1990) menyatakan bahwa metode terkonsentrasi dilakukan dengan cara menetapkan blok pengamatan yang sesuai dengan penelitian.

Pengamatan dilakukan selama tiga hari dalam satu pekan selama Bulan Desember 2018 sampai dengan Mei 2019 dan. Waktu pengamatan pada pagi hari pukul 06.00 - 09.00 WIB dan sore hari pukul 15.00-18.00 WIB (Palomino dan Carrascal, 2005).

Identifikasi tipe *guild* burung berdasarkan pakan utamanya. Penggolongan tipe *guild* untuk setiap spesies burung berdasarkan MacKinnon (1990). Pengembangan tipe *guild* berdasarkan kelompok pakan yang independen meliputi insektivora, karnivora, frugivora, granivora, nektarinivora, dan omnivora (Gray *et al*, 2007).

Pengembangan tipe *guild* dilakukan untuk kelompok yang memiliki variasi dalam memperoleh pakan seperti insektivora dan karnivora. Penentuan *guild* tidak membedakan relung atau habitat burung, hanya berdasarkan pemilihan jenis pakan utama (Rumblat *et al*, 2016).

Penentuan indeks kualitas ruang terbuka hijau dengan menggunakan burung sebagai indikator indeks komunitas burung (IKB) merujuk pada Mardiasuti *et al* (2014) melalui tabulasi daftar spesies burung yang teramati. Kemudian, penentuan karakter masing-masing spesies burung. Penentuan karakter spesies burung berdasarkan 6 parameter yaitu pakan, asal spesies, teknik reproduksi, lokasi peletakan

sarang, waktu aktif, serta habitat yang dihuni oleh spesies burung. Pemberian nilai sesuai dengan karakter. Perhitungan nilai indeks kualitas ruang terbuka hijau sebagai berikut

$$\text{Indeks Kualitas Lingkungan} = \text{Jumlah Nilai} \times 0,8$$

Jumlah nilai merupakan hasil yang diperoleh pada tabulasi karakter spesies burung (Lampiran 1). Kategori kualitas ruang terbuka hijau berdasarkan nilai hasil perhitungan secara berurutan meliputi sangat rendah (20-39,9), rendah (40-54,9), menengah (55-69,9), baik (70-84,9), dan sangat baik (85-100) (Mardiasuti *et al*, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Burung yang ditemukan dan teridentifikasi secara keseluruhan berjumlah 44 spesies burung dikelompokkan menjadi 8 *guild* pakan. Kampus Utama Unila merupakan kampus yang memiliki jumlah spesies burung (32 spesies) dan nilai indeks kualitas lingkungan tertinggi (73) di universitas lampung, sedangkan *guild* pakan burung tertinggi terdapat pada kampus utama dan kampus A FKIP Panglima polim sebesar 7 *guild* dari ke tiga kampus unila. Jumlah spesies dan *guild* burung serta indeks kualitas lingkungan di ketiga kampus unila tersaji pada Tabel 1.

Nilai indeks kualitas lingkungan di kampus unila berada pada kategori menengah sampai dengan baik dengan interval nilai indeks kualitas lingkungan 59,5-73. Berdasarkan Tabel 1, meningkatnya jumlah spesies burung dipengaruhi oleh kualitas lingkungan suatu kampus.

Tabel 1. Jumlah Spesies, *Guild* Burung, dan Indeks kualitas lingkungan di ketiga kampus Universitas Lampung

No	Lokasi Kampus	Jumlah Spesies	Jumlah <i>Guild</i>	Kualitas Lingkungan	
				Nilai Indeks	Kategori
1	Kampus Utama Unila	32	7	73	Baik
2	Kampus A FKIP Panglima Polim	21	7	68	Menengah
3	Kampus B FKIP Metro	18	5	59,5	Menengah

Keseluruhan 44 spesies burung termasuk dalam 20 famili. Nectariniidae merupakan famili yang spesies anggotanya paling banyak ditemukan di ketiga kampus unila dengan 3 spesies,

sedangkan artamidae, turnicidae dan lanidae menjadi famili dengan spesies paling sedikit (1 spesies) ditemukan di satu kampus. Keanekaragaman spesies burung tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Keanekaagaman Spesies Burung di Ketiga Kampus Universitas Lampung

No	Nama Burung	Famili	<i>Guild</i> Pakan	A	B	C
1	Cekakak Sungai	Alcedinidae	Piscivora	x	x	
2	Cekakak Belukar	Alcedinidae	Piscivora	x		
3	Bambangan Merah	Ardeidae	Piscivora	x		
4	Kokokan Laut	Ardeidae	Piscivora	x		
5	Walet Sarang Putih	Apodidae	Insektivora (Sly)	x		
6	Cabak Kota	Carpimulgidae	Insektivora (Sra)	x	x	x
7	Bubut Alang Alang	Cuculidae	Insektivora (Sra)	x	x	
8	Wiwik Lurik	Cuculidae	Insektivora (Sra)	x		
9	Tekukur Biasa	Columbidae	Granivora	x	x	x
10	Madu Kelapa	Nectarinidae	Nektarivora	x	x	x
11	Madu Sriganti	Nectarinidae	Nektarivora	x	x	x
12	Bondol Jawa	Ploceidae	Granivora	x	x	
13	Bondol Peking	Ploceidae	Granivora	x		x
14	Gereja Erasia	Ploceidae	Granivora	x	x	x
15	Cucak Kutilang	Pycnonotidae	Frugivora	x	x	x
16	Merbah Cerukcuk	Pycnonotidae	Frugivora	x		
17	Kareo Padi	Rallidae	Insektivora (Slt)	x		
18	Cinene Kelabu	Sylviidae	Insektivora (Sra)	x	x	x
19	Perenjak Jawa	Sylviidae	Insektivora (Sra)	x		
20	Kacamata Biasa	Zosteropdae	Insektivora (Sra)	x		x
21	Bambangan Coklat	Ardeidae	Piscivora	x		
22	Bondol Tunggir Putih	Ploceidae	Granivora	x		
23	Wiwik Uncuing	Cuculidae	Insektivora (Sra)	x		
24	Perkutut Biasa	Columbidae	Granivora	x		
25	Madu Polos	Nectariniidae	Nektarivora	x	x	x
26	Kacamata Laut	Zosteropdae	Insektivora (Sra)	x		
27	Uncal Buau	Columbidae	Granivora	x		
28	Cinene Merah	Sylviidae	Insektivora (Sra)	x	x	

Tabel 2. Lanjutan

No	Nama Burung	Famili	Guild Pakan	A	B	C
29	Cabai Bunga Api	Nectariniidae	Frugivora	x		x
30	Pentis Pelangi	Decaidae	Frugivora	x		x
31	Layang Layang Rumah	Hirundinidae	Insektivora (Sly)	x		
32	Kapinis Laut	Apodidae	Insektivora (Sly)	x		
33	Kekep Babi	Artamidae	Insektivora (Sra)		x	
34	Raja Udang Biru	Alcenidae	Piscivora		x	
35	Madu Pengantin	Nectariniidae	Nektarivora		x	
36	Gemak Loreng	Turnicidae	Insektivora (Slt)		x	
37	Caladi Tilik	Picidae	Insektivora (Slu)		x	x
38	Cabai Polos	Nectariniidae	Frugivora			x
39	Bentet Kelabu	Lanidae	Insektivora (Sra)		x	x
40	Caladi Ulam	Picidae	Insektivora (Slu)		x	x
41	Puyuh Batu	Phasianidae	Insektivora (Slt)		x	
42	Cinene Belukar	Sylviidae	Insektivora (Sra)			x
43	Perenjak Rawa	Sylviidae	Insektivora (Sra)			x

Keterangan A: Kampus Utama Unila, B: Kampus A FKIP Panglima Polim, C: Kampus B FKIP Metro, x: ditemukan. Sly: Pemakan serangga sambil terbang, Slu: Pemakan serangga dengan melubangi pohon, Slt: Pemakan serangga di permukaan tanah, Sra: Pemakan serangga di ranting pohon.

Pengelompokan spesies burung serangga (insektivora) dikembangkan berdasarkan pakan terbagi ke dalam menjadi 4 *guild* sehingga diperoleh 8 *guild* pakan. Kelompok pemakan *guild* yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. *Guild* Pakan burung di kampus unila

No	Tipe Guild
1	Pemakan serangga (Insektivora)
	1.1 Pemakan serangga di ranting pohon (Sra)
	1.2 Pemakan serangga di permukaan tanah (Slt)
	1.3 Pemakan serangga sambil terbang/melayang (Sly)
	1.4 Pemakan serangga dengan melubangi kayu/ batang pohon (Slu)
2	Pemakan ikan (Piscivora)
3	Pemakan buah (Frugivora)
4	Pemakan biji (Granivora)
5	Pemakan nektar (Nectarivora)

Kelompok insektivora di ranting pohon merupakan kelompok *guild* burung yang paling banyak ditemukan di ketiga kampus. Kelompok burung ini akan hinggap di percabangan pohon atau tajuk untuk mencari serangga yang menjadi pakannya. Keberadaan pepohonan di ketiga kampus unila mengundang kehadiran burung

insektivora untuk mencari pakan di ranting pohon terutama di kampus utama unila yang memiliki arboretum dengan banyak koleksi pohon memungkinkan sumber pakan burung insektivora melimpah.

Kelompok *guild* burung dengan spesies terbanyak lainnya adalah granivora. Spesies burung granivora

dapat ditemukan pada lokasi yang ditumbuhi ilalang dan rerumputan. Spesies burung banyak ditemukan di kampus utama sebab beberapa lokasi pengamatan ditumbuhi dengan rerumputan seperti lapangan sepak bola, dan tanaman persawahan pada laboratorium terpadu pertanian.

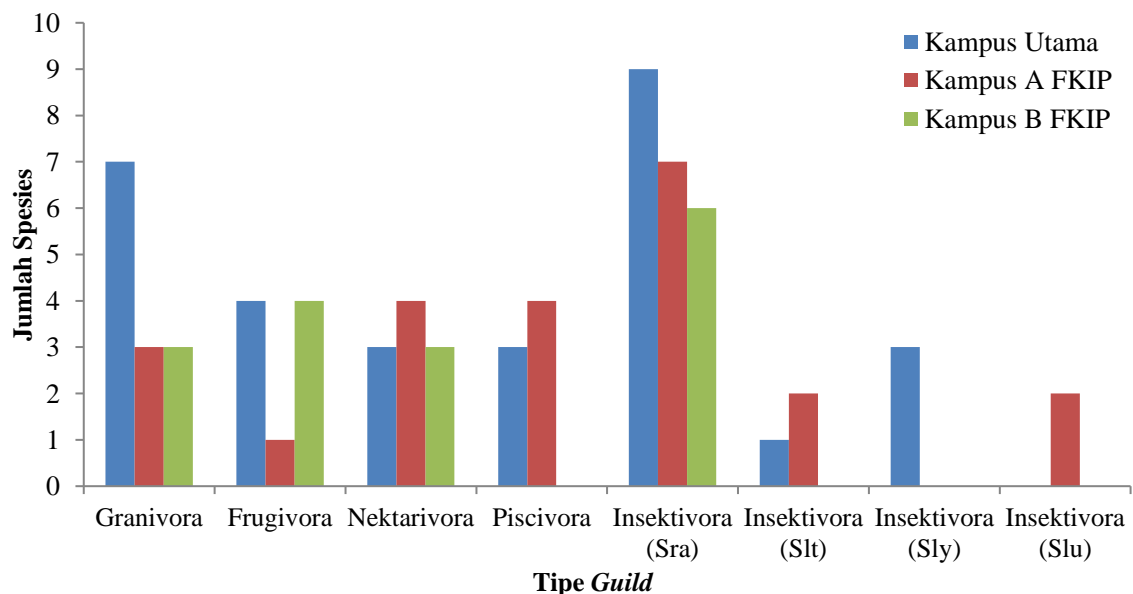
Guild burung dengan jumlah spesies menengah yaitu nektarivora. Spesies pada *guild* ini bergantung pada lokasi dengan tanaman yang berbunga. Kampus A FKIP memiliki banyak tanaman yang sedang memasuki fase pembungaan sehingga mengundang lebih banyak spesies burung nektarivora untuk datang dibandingkan dengan kampus lainnya.

Buah menjadi bagian tumbuhan selain bunga yang penting untuk spesies burung pada kelompok *guild* frugivora. Frugivora akan banyak dijumpai pada lokasi pengamatan di kampus yang terdapat buah sebagai pakan seperti kampus B FKIP dan kampus utama. Burung akan mencari buah yang berukuran sesuai dengan kemampuan paruhnya memakan. Buah yang menjadi

pakan adalah buah berukuran kecil, lunak dan matang.

Guild burung dengan sumber pakan yang khas yaitu piscivora. Kelompok burung ini akan bergantung pada lokasi yang memiliki air atau wilayah perairan. Beberapa spesies burung pada *guild* ini adalah burung air yang mencari pakan ikan atau pakan di air lainnya seperti udang atau zooplankton. Kampus utama memiliki beberapa lokasi pengamatan seperti asrama mahasiswa dan penangkaran rusa yang memiliki areal perairan.

Guild burung yang ditemukan dengan jumlah paling sedikit yaitu insektivora yang mencari pakan pada kayu atau melubangi pohon. Kelompok spesies burung ini akan mencari pakan serangga di kulit kayu atau dengan cara melubangi kayu. Kelompok *guild* ini banyak ditemukan pada lokasi yang memiliki pohon yang sudah mati. Burung akan melubangi pohon untuk mencari pakan atau akan membuat sarang pada lubang. Secara keseluruhan perbandingan komposisi *guild* di ketiga Kampus Unila tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi *Guild* Burung di Ketiga Universitas Lampung

Keanekaragaman spesies burung yang ditemukan di ketiga kampus unila didukung dengan eksistensi ruang terbuka hijau. Ruang terbuka hijau yang tersedia memiliki ragam dalam hal

bentuk dan jenis vegetasi yang ada. Ruang terbuka hijau ini yang menjadi habitat burung yang profilnya tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Profil Ruang Terbuka Hijau Ketiga Kampus Universitas Lampung.

Lokasi Kampus	Bentuk Ruang Terbuka Hijau	Vegetasi Tumbuhan
Kampus Utama	Rawa dan Asrama Mahasiswa, Lapangan Sepakbola, Penangkaran rusa, Arboretum, Laboratorium lapang pertanian	Tumbuhan air, rerumputan, semak, perdu, pohon,
Kampus A FKIP	Pekarangan kampus, Lapangan Basket, Semak belukar, Asrama Mahasiswa	Ilalang, Semak, perdu, pohon,
Kampus B FKIP	Lapangan, Pekarangan, semak belukar,	Halaman, Rerumputan, perdu, pohon

Jumlah spesies burung yang tinggi di kampus utama unila dikarenakan wilayah tersebut memiliki ruang terbuka hijau yang lebih luas dibandingkan dengan kedua kampus lainnya. Selain itu, adanya komponen habitat yang lebih lengkap seperti badan air serta naungan yang lebih bervariasi

menyebabkan lebih banyak burung ditemukan di kampus utama. Berdasarkan hasil perhitungan kampus utama memiliki kualitas lingkungan baik sehingga mampu menyediakan habitat bagi beragam spesies burung. tabulasi perhitungan kualitas ruang terbuka hijau tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabulasi Nilai IKB dan Kualitas Lingkungan Ruang Terbuka Hijau

Lokasi	Jumlah Spesies Burung	Jumlah Skor Kategori Guild						Nilai IKB	Kriteria
		Pakan	Asal	Reproduksi	Sarang	Aktif	Habitat		
Kampus Utama	32	29,5	2	5,5	19,5	4,5	12	73	Baik
Kampus A FKIP	21	31	2	2	23	4,5	6	68	Menengah
Kampus B FKIP	18	24	2	2	19,5	5,5	6,5	59,5	Menengah

Rumblat (2016) menyatakan bahwa perumusan skor untuk setiap *guild* dilakukan dengan memerhatikan karakteristik dan sifat *guild* yang antara lain merupakan tipe spesialis atau generalis. Keberadaan satu spesies burung yang spesifik memberikan nilai

yang lebih besar dibandingkan dengan spesies bersifat generalis. Perbedaan jumlah dan komposisi spesies burung tiap lokasi akan memberikan hasil perhitungan yang berbeda sehingga menunjukkan sensitivitas spesies burung terhadap kualitas ruang terbuka

hijau. Kriteria baik mengindikasikan bahwa kampus utama unila mampu mendukung dengan baik kehidupan berbagai jenis burung termasuk tipe spesialis

Pembahasan

Keberadaan ruang terbuka hijau yang tersedia mampu mendukung beberapa variasi *guild* pakan burung di Universitas Lampung. Beragamnya *guild* pakan yang ada menunjukkan bahwa ketiga kampus Universitas Lampung menjadi layak sebagai habitat berbagai spesies burung.

Perbedaan jumlah spesies burung pada setiap *guild* membuktikan bahwa *guild burung* memiliki respon yang beragam terhadap kondisi lingkungan. Gray *et al* (2007) menyatakan bahwa respon burung pada habitatnya bergantung pada jenis pakannya. Berdasarkan hal tersebut memungkinkan kajian mengenai pengaruh gangguan habitat terhadap burung dalam hubungannya dengan sifat ekologi burung (Hooper *et al*, 2005).

Karakter ekologis burung seperti *guild* pakan berkaitan dengan sensitivitas spesies terhadap gangguan dan tingkat toleransi terhadap gangguan lingkungan. Hal seperti ini yang menjadi indikator biologis penting dalam upaya pelestarian ekosistem (Gray *et al*, 2007).

Tipe dan jumlah sumberdaya pakan yang tersedia memengaruhi *guild* pakan burung di Universitas Lampung. Ferger *et al* (2014) menyatakan cara spesies burung memperoleh pakan dan pentingnya ketersediaan sumber daya pakan membentuk karakter utama dalam pengelompokan komunitas burung dalam *guild* pakannya. Selain itu, Wong (1986) menyatakan

ketersediaan jumlah sumber pakan menentukan kelimpahan spesies burung suatu daerah.

Hasil pengamatan di seluruh Kampus Universitas Lampung burung insektivora memiliki variasi *guild*. Variasi pada *guild* terjadi seiring beragamnya cara burung memperoleh serangga. Selain itu, jumlah spesies burung insektivora yang tinggi dapat disebabkan beragamnya serangga yang tersebar pada ketiga kampus Universitas Lampung. Lala *et al* (2013) menyatakan bahwa keanekaragaman serangga dan struktur vegetasi suatu ekosistem menjadi aspek penting dalam memengaruhi perkembangbiakan burung insektivora.

Keberadaan burung pemakan ikan sangat dipengaruhi adanya lahan basah sebagai habitatnya. Mayoritas burung piscivora merupakan burung air yang kelangsungan hidupnya bergantung dengan aera perairan. Jumilawaty *et al* (2011) menyatakan bahwa kelimpahan spesies burung air berhubungan dengan kelimpahan makanan utama dan lokasi sumber pakan yang berdekatan yang akan memudahkan burung piscivora berpindah memperoleh pakan. Ma-Zhijun *et al* (2010) menyatakan bahwa variabel habitat yang memengaruhi kehidupan burung air antara lain salinitas, tipe makanan, dan kemudahan memperoleh makanan.

Guild burung tipe pemakan buah cenderung memakan buah pakan yang relatif lebih kecil. Buah yang terdapat di ketiga kampus merupakan buah besar dan bukan pakan burung. Beberapa buah yang hanya menjadi pakan burung frugivora yang merupakan buah beringin, tanjung, salam, kersen, dan buni. Beberapa lokasi pengamatan di kampus A dan B tidak seluruhnya menyediakan tanaman buah yang

menjadi pakan burung frugivora. Singh *et al* (2018) banyak tanaman berbuah akan memberikan kenyamanan bagi burung pemakan buah sehingga akan mengundang spesies burung pemakan buah lainnya.

Guild burung pemakan nektar di ketiga kampus unila paling banyak ditemukan kampus A FKIP. Kelompok burung ini sangat bergantung pada tanaman berbunga seperti yang ada pada beberapa tanaman berbunga di kampus tersebut. Keberadaan burung pemakan nektar ditentukan oleh waktu pembungaan tanaman (Rumblat *et al*, 2016). Selain itu, menurut Pauw dan Louw (2012) pemilihan tanaman berdasarkan waktu pembungaannya sangat diperlukan untuk mengundang burung nektarivora sepanjang tahun.

Kehadiran burung pemakan biji (granivora) juga berhubungan dengan sumber pakannya. Sumber pakan yang melimpah di persawahan menjelang musim panen mengundang spesies burung granivora lebih banyak di bandingkan pada lokasi pengamatan yang lainnya.

Komposisi burung yang bersifat generalis dan spesialis menentukan pengukuran kualitas lingkungan pada ruang terbuka hijau. Intari (2011) menyatakan bahwa nilai indeks kualitas yang didapat tidak selalu bergantung terhadap kekayaan spesies, namun pada seberapa banyak komunitas burung generalis mampu memanfaatkan sumber daya di suatu lokasi.

Burung tipe generalis memiliki kecenderungan mudah beradaptasi dengan kondisi yang berubah sehingga dapat memanfaatkan sumberdaya yang berbeda dalam pemenuhan kebutuhannya. Selain itu tipe generalis memiliki sifat kosmopolit yang mampu toleran dan mudah perubahan

lingkungan. Sebaliknya burung tipe spesialis memiliki rentang toleransi yang sempit sehingga tidak mudah dapat menyesuaikan dengan adanya perubahan lingkungan, sehingga akan memiliki kecenderungan menghindari atau mencari lingkungan dengan sumberdaya yang khas yang sesuai dengan karakternya.

Beberapa spesies burung tipe generalis merupakan spesies burung pemakan biji dan buah. Kemampuan menyesuaikan kondisi seperti mengubah pakan menjadi serangga pada saat pakan utama minim menjadikan tipe ini adaptif dan dapat menjadi eksploiter. Contoh spesies burung generalis yaitu cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan gereja erasia (*Passer montanus*). Spesies burung tipe spesialis merupakan burung yang memiliki habitat yang khas seperti burung air di areal perairan atau lahan basah. Pada kondisi habitat yang sudah terganggu burung spesialis akan menghilang (Carrara *et al*, 2015). Contoh burung spesialis yaitu bambangan merah (*Ixobrychus cinnamomeus*) dan kareo padi (*Amautornis phoenicurus*)

Penggunaan burung sebagai indikator perubahan lingkungan membutuhkan penentuan yang tepat terhadap karakter ekologis setiap spesies yang bersifat kompleks dan beragam. Sifat *guild* yang khusus menjadikan tiap spesies harus teridentifikasi sesuai dengan kehidupan burung dan juga adaptasinya agar tepat dalam pengelompokan dalam *guild*. Suatu jenis burung dapat di kelompokkan dapat digolongkan ke dalam *guild* spesialis pada kategori tertentu, namun bersifat generalis pada kategori lainnya sehingga memerlukan

pengetahuan dan penempatan *guild* yang tepat.

KESIMPULAN

Terdapat 43 spesies burung yang ditemukan di ketiga kampus universitas lampung yang termasuk kedalam 20 famili. Spesies burung tersebut dikelompokkan menjadi 8 *guild* pakan. Nilai kualitas ruang terbuka hijau di ketiga kampus unila mencakup 59,5-73 dan Kampus Utama Unila memiliki nilai indeks tertinggi sebesar 73 dengan kriteria ruang terbuka hijau baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. S. 1990. *Pengelolaan Satwa Liar*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azis, M. C., Budiarti, T. Syartinilia. 2014. Kajian Hubungan Arsitektur Pohon dan Kehadiran Burung di Kampus IPB Dramaga Bogor. *Jurnal Arsitektur Lansekap Vol. 2 (1): 1-10*.
- Carrara, E., Arroyo-Rodríguez, V., Vega-Rivera, J. H., Schondube, J. E., de Freitas, S. M., Fahrig, L. 2015. Impact of Landscape Composition and Configuration on Forest Specialist and Generalist Bird Species in The Fragmented Lacandona Rainforest, Mexico. *Biological Conservation 184:117-126*.
- Djausal, A. Bidayasari, I., Ahmad, M. 2007. *Kehidupan Burung di Kampus Unila*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Jarulis. 2007. Pemanfaatan Ruang Secara Vertikal Oleh Burung-Burung Di Hutan Kampus Kandang Limun Universitas Bengkulu. *Jurnal Gradien Vol.3 No.1 : 237-242*.
- Jumilawaty. E., Mardiasuti, A., Prasetyo L. B. And Yeni Aryati Mulyani. 2011. Keanekaragaman Burung Air di Bagan Percut, Deli Serdang Sumatera Utara . *Media Konservasi Vol. 16, No. 3: 108 – 113*.
- Ferger, S. W., Schleuning, M., and Böhning-Gaese, K. 2014. Food Resources and Vegetation Structure mediate Climatic Effects on Species Richness of Birds. *Global Ecology and Biogeography 23: 541-549*.
- Gray, M.A., Baldauf, S.L., Mayhew, P.J., and Hill, J.K. 2007. The Response of Avian Feeding Guilds to Tropical Forest Disturbance. *Conservation Biology. 21(1): 133-141*.
- Grindsted, T.,S. and Hol, T., 2012. Thematic Development of Declarations on Sustainability in Higher Education. *Journal of Environmental Economics 3 (1): 32-40*.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D.A. 2005. Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monograph. 75(1): 3-35*.
- Intari, N.M.R. S. 2011. Pengembangan Indeks Komunitas Burung dan Analisis Tutupan Lahan di Kawasan Pulau Nusa Penida Kabupaten Klungkung Bali. Tesis tidak dipublikasikan. Universitas Indonesia. Depok.
- Lala, F., Wagiman F. X., Putra, N. S. 2013. Keanekaragaman Serangga

- dan Struktur Vegetasi pada Habitat Burung Insektivora *Lanius Schach* Linn. di Tanjung Sari, Yogyakarta. *Jurnal Entomologi Indonesia* Vol. 10 (2): 70-77.
- Lukman, R., Kranjc, D. and Glavic, P., 2010. University Ranking Using Research, Educational and Environmental Indicators. *Journal of Cleaner Production* 18: 619-628.
- Mac Kinnon, J. Philips, K., and Balen, B. V.. 2010. *Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan*. Burung Indonesia. Bogor.
- Mardiastuti, A., Mulyani, Y. A., Rinaldi, D., Rumbat, W., Dewi, L. K. A. Kaban., H. Sastranegara. 2014. *Panduan Praktis Menentukan Kualitas Ruang Terbuka Hijau Dengan Menggunakan Burung Sebagai Indikator*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Ma-Zhijun, Cai-Yinting, Li-Bo dan Chen-Jiakuan. 2010. Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective. *Wetlands* 30:15–27.
- Mustari, A. H., Zulkarnain, I., Rinaldi, D. 2014. Keanekaragaman Jenis dan Penyebaran Mamalia di Kampus IPB Dramaga Bogor. *Media Konservasi* 19 (2): 117-125.
- Nurhasanah, N. 2018. Studi Keberadaan Berbagai Jenis Burung Di Kampus Universitas Lampung. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Pauw, A. and Louw, K. 2012. Urbanization Drives A Reduction in Functional Diversity in A Guild of Nectar-Feeding Birds. *Ecology And Society*. 17(2): 27.
- Palomino, D. and Carrascal, L. 2005. Birds on Novel Island Enviroments. A Case Study with The Urban Avifauna of Tenerife (Canari Islands). *Ecological Research* Vol 20: 611-617.
- Rahayuningsih, M dan Abdullah. M. 2012. Persebaran dan Keanekaragaman Herpetofauna dalam Mendukung Konservasi Keanekaragaman Hayati di Kampus Sekaran Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal Of Conservation* Vol. 1 No. 1: 1-10.
- Ramadhani, R. F. 2018. Hubungan Keanekaragaman Jenis Burung dengan Komposisi Pohon di Kampus Universitas Lampung. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ridwan, M., A. Choirunnafi, Sugiyarto, W. A. Suseno, R. D. A. Putri. 2015. Hubungan Keanekaragaman Burung dan Komposisi Pohon di Kampus Ketingan Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jawa Tengah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon Volume 1, Nomor 3, Hal: 660-666*.
- Rumanasari, R. D., Saroyo, D. Y. dan Katili. 2017. Biodiversitas Burung Pada Beberapa Tipe Habitat di Kampus Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Mipa Unsrat Online* 6 (1) 43–46.
- Rumbat, W. 2016. Pengembangan Indeks Komunitas Burung Sebagai Indikator Kualitas Ruang Terbuka Hijau Perkotaan di DKI Jakarta. Tesis Tidak Dipublikasikan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Rumblat, W., Mardiasuti, A., dan Mulyani, Y. A. 2016. *Guild* Pakan Komunitas Burung di DKI Jakarta. *Media Konservasi Vol 21 No.1 April 2016: 58-64*.
- Rukmi, D. S. 2010. Komposisi Burung di Kawasan Kampus Gunung Kelua Universitas Mulawarman Samarida. *Bioprospek 7:11-19*.
- Setiyaji, A. 2011. Diversitas dan Keberadaan Jenis-jenis Burung Diurnal di Lingkungan Kampus Universitas Brawijaya. Tesis tidak dipublikasikan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Singh, K., Maheshwari, A., Dwivedi, S.V. 2018. Studies on Avian Diversity of Banda University of Agriculture and Technology Campus, Banda, Uttarpradesh, India *Int J Avian & Wildlife Biol.* 2018;3(2):177–180.
- Soekardi, H. 2007. *Kupu-kupu di Kampus Unila*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Syam, T., Kushendarto, Bintoro, A., Indriyanto. 2007. *Keanekaragaman Pohon Di Kampus Hijau Unila*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- UI Green Metric, 2018. Overall Rankings 2018. <http://greenmetric.ui.ac.id/overall-ranking-2018/> [29 Mei 2019]
- Wong, M. 1986. Trophic Organization of Understory Birds In A Malaysian Dipterocarp Forest. *Auk.* 103: 100116.

Tungau Macrochelidae (Acari: Mesostigmata) Yang Berasosiasi Dengan Kumbang Scarabaeidae Di Taman Nasional Alas Purwo, Jawa Timur

Dhian Dwibadra¹ dan Sri Hartini

¹) Bidang Zoologi "Museum Zoologicum Bogoriense", Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Jawa Barat

Email: dhiand11@gmail.com

ABSTRACT

Eleven mite species of the family Macrochelidae (Acari: Mesostigmata) associated with Scarabaeid dung beetles were found in Alas Purwo National Park, East Java. Mites were collected from the body surface of Scarabaeid beetles which were captured by human dung trap. Macrochelid mites in Alas Purwo National Park belonged to three genera, i.e.: *Holostaspella* (1 spesies), *Macrocheles* (9 spesies), and *Neopodocinum* (1 spesies). The potency of the Macrochelid mites as biocontrol agent has known for years, therefore we need to explore the diversity of this species from Indonesia.

Keyword: Mites and beetles association, Macrochelid mite, potency, biocontrol agent

PENDAHULUAN

Tungau Macrochelidae di Jawa hingga saat ini telah tercatat sebanyak 45 jenis dan 18 jenis telah ditemukan di Jawa Timur (Halliday, 1986; Hartini & Takaku, 2003a, b, 2012; Hartini *et al.*, 2012, 2015).

Taman Nasional Alas Purwo terletak di Jawa Timur. Kawasan ini merupakan hutan hujan tropis dataran rendah yang menjadi habitat bagi beberapa jenis mamalia yaitu: lutung (*Trachypithecus auratus auratus*), banteng (*Bos javanicus*), ajax (*Cuon alpinus javanicus*), rusa (*Cervus timorensis russa*), macan tutul (*Panthera pardus*) dan kucing kuwuk (*Prionailurus bengalensis javanensis*) (PHPA, 2003). Kotoran dari mamalia ini menjadi habitat bagi serangga dan tungau terutama Macrochelidae.

Penelitian tungau Macrochelidae terus dilakukan untuk mengungkap keanekaragaman jenis dan potensinya termasuk dari TN Alas Purwo, Jawa Timur.

METODE

Penelitian tungau Macrochelidae dilakukan di TN Alas Purwo, Jawa Timur pada tahun 2007. Tungau Macrochelidae

dikoleksi cara menangkap kumbang kotoran yang berasosiasi dengan tungau dengan cara memasang umpan trap dari kotoran manusia (*human dung trap*). Umpan diletakkan menggantung di atas mangkok yang berisi campuran air sabun dan garam yang diletakkan diatas tanah dengan jarak 10 m dan dibiarkan selama 2–3 hari. Kumbang kotoran yang diperoleh dimasukkan satu persatu dalam botol yang berisi alkohol 70%, diberi label dan dibawa ke laboratorium. Kumbang kotoran diperiksa di laboratorium dengan melihat ada tidaknya tungau yang menempel pada tubuhnya di bawah mikroskop *stereo*. Tungau yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol yang berisi alkohol 70% kemudian diproses lebih lanjut menjadi preparat awetan kaca/slide. Selanjutnya tungau diidentifikasi dibawah mikroskop *compound* dengan mengikuti metode Halliday (1987), Hartini dan Takaku (2003a, b), Hartini, Dwibadra dan Takaku (2007, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian di TN Alas Purwo menunjukkan bahwa terdapat 11 jenis tungau Macrochelidae. Identifikasi jenis berdasarkan tungau betina yang berjumlah 807 spesimen.

Jenis, jumlah serta jenis kumbang Scarabaeidae yang berasosiasi dengan tungau Macrochelidae dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan Jumlah Betina Tungau Macrochelidae Serta Jenis Host/Kumbang Scarabaeidae di TN Alas Purwo

No	Jenis Macrochelidae	Jumlah Betina	Jenis kumbang Scarabaeidae pembawa tungau (Host)
1	<i>Holostaspella bifoliata</i>	3	<i>Onthophagus (Onthophagus) cribratus</i> , <i>O. (Serrophorus) mulleri</i> , <i>Paragymnopleurus rudis</i>
2	<i>Macrocheles dispar</i>	735	<i>Catharsius molossus</i> , <i>Copris sinicus</i> , <i>Onthophagus deliensis</i> , <i>O. luridipennis</i> , <i>O. wallacei</i> , <i>O. (O.) cribratus</i> , <i>O. (O.) malangensis</i> , <i>O. (S.) mulleri</i> , <i>P. rudis</i>
3	<i>Macrocheles entetiensis</i>	15	<i>O. (S.) mulleri</i> , <i>O. wallacei</i> , <i>O. sp.</i> , <i>P. rudis</i>
4	<i>Macrocheles hallidayi</i>	3	<i>O. (S.) mulleri</i> dan <i>P. rudis</i>
5	<i>Macrocheles jabarensis</i>	35	<i>Catharsius molossus</i> , <i>Copris sinicus</i> , <i>O. luridipennis</i> , <i>O. (O.) cribratus</i> , <i>O. (S.) mulleri</i> , <i>O. wallacei</i> , <i>P. rudis</i>
6	<i>Macrocheles kraepelini</i>	1	<i>Onthophagus luridipennis</i>
7	<i>Macrocheles nidus</i>	5	<i>O. (S.) mulleri</i> dan <i>P. rudis</i>
8	<i>Macrocheles persimilis</i>	5	<i>O. (O.) cribratus</i> , <i>O. (S.) mulleri</i> , <i>O. wallacei</i> , <i>P. rudis</i>
9	<i>Macrocheles subwallacei</i>	3	<i>Copris sinicus</i> , <i>O. (S.) mulleri</i> , <i>P. rudis</i>
10	<i>Macrocheles sp.</i>	1	<i>Onthophagus deliensis</i>
11	<i>Neopodocinum subjaspersi</i>	1	<i>O. (O.) cribratus</i>

B. Pembahasan

Deskripsi jenis Tungau di Alas Purwo

1. *Holostaspella bifoliata* (Trägårdh, 1952)

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal dengan pola punctate, sebagian besar bulu dorsal pendek dan simple, j1 plumose an lebar, tertanam dalam lempeng anterior yang menonjol, j5 pectinate.

Habitat. Berasosiasi dengan kumbang kotoran Scarabaeidae, Trogidae, Rodentia,

serasah, tanah, tumpukan kompos, tumukan kulit kayu busuk, dan sampah sayuran.

Penyebaran di Indonesia. Jawa, Sumatera (Lampung), dan Flores.

2. *Macrocheles dispar* (Berlese, 1910)

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal oval, permukaan dengan pola jala-jala dan memiliki titik-titik; bulu j1 plumose pada ujungnya; bulu j4, z2, z4, r2-4, J5, Z5 dan S5

pilose pada ujungnya; j₂, j₃, dan s₂ simpel tetapi kadang-kadang pilose pada ujungnya, bulu dorsal lainnya simpel (Gambar. 3A). Lempeng sternal berornamen dengan garis dan titik-titik; l. ang., l.m.t., l.o.p., dengan memiliki titik-titik; l.m.t. komplit; separuh dari bagian tengah posterior dari lempeng sternal memiliki titik-titik (Gambar. 3B, C).

Habitat. *Catharsius molosus*, *Copris sinicus*, *Onthophagus javensis*, *O. orientalis*,

O. schwaneri, *O. javaecola*, *O. mulleri*, *O. malangensis*, *O. trituber*, *O. tricornis*, *O. semiaureus*, *Paragymnopleurus maurus*, *P. rudis*, *P. sparsus javarius* dan marga *Aphodius*, *Catharsius*, *Copris*, *Onthophagus*, *Paragymnopleurus* (Scarabaeidae).

Penyebaran di Indonesia. Jawa [Daerah Istimewa Yogyakarta (TN. Gunung Merapi), Jawa Tengah (Semarang), Jawa Barat (Pangandaran, Gunung Gede Pangrango, Bodogol, Gunung Salak, Gunung Halimun, Jonggol, Jawa Timur (Pacitan, TN Alas Purwo)], Sumatera, Lombok, dan Sulawesi.

3. *Macrocheles entetiensis* Hartini & Takaku, 2005

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal oval, permukaan dengan pola jala dan diliputi dengan titik-titik; pinggiran lempeng dorsal halus; panjang lempeng dorsal 669 (635-680) µm dan lebar 376 (350-400) µm; bulu dorsal 28 pasang dan 22 pasang pori; ujung bulu j₁ pilose; j₃ dan z₄ agak tebal dan berujung pilose; bulu j₅, j₆, z₅, z₆ dan J₂ simpel; bulu dorsal lainnya pilose ujungnya atau pilose pada setengah panjang bulu. Lempeng sternal melebar, permukaan lempeng sternal berornamen dengan garis dan diliputi dengan titik-titik; l. ang., l.m.t., dan l.o.p. tampak jelas; l.o.p. berpola jala-jala dan terpisah dari l.m.t. dan tidak bercabang dua; 3 pasang bulu dan 2 pasang pori pada lempeng sternal dan semua bulu simpel.

Habitat. Jenis *Macrocheles entetiensis* telah dikoleksi dari kumbang kotoran jenis *Catharsius molosus*, *Onthophagus javaecola*, *O. malangensis*, *O. mulleri* dan jenis dari marga *Aphodius* dan *Onthophagus* (Scarabaeidae).

Penyebaran di Indonesia. Jawa (Jawa Barat, Tengah, Timur), Sumba, Flores, Sumbawa, Timor (Kupang) dan Lombok.

4. *Macrocheles hallidayi* Walter & Krantz, 1986

Diagnosa: Betina. Lempeng dorsal berornamen *punctuate-reticulate*; bulu dorsal j₁ pilose setengah dari panjang bulu; z₁ lebih pendek dari pada bulu j₁ dan panjangnya tidak mencapai posisi bulu berikutnya (j₂); j₅, j₆, z₅, z₆, dan J₂ simpel; S₅ dan Z₅ pendek dan *bipectinate*; J₅ *serrate*; bulu dorsal lainnya *bipectinate*. Lempeng sternal berornamen *punctate* pada tepian garis *linea angulata* (l.ang.) dan *linea arcuata* (l.arc.), terdapat *linea media transversa* (l.m.t.), *linea oblique posteriores* (l.o.p.), l.ang., a.p.p., dan a.p.f. Genu IV dengan tujuh bulu *pectinate*.

Habitat: *Catharsius molosus*, *C. sagax*, *Heliocopris bucephalus* *Paragymnopleurus maurus* dan marga *Aphodius*, *Catharsius*, *Copris*, *Oniticellus*, *Onitis*, *Onthophagus* (Scarabaeidae).

Penyebaran di Indonesia. Jawa, Sumatra, Bali, Kalimantan, Sulawesi; Lombok, Sumbawa, Flores, Sumba, Madura.

5. *Macrocheles jabarensis* Hartini & Takaku, 2003

Jenis *M. jabarensis* didiskripsi pertama kali oleh Hartini dan Takaku (2003), spesimen dari Jawa Barat. Penelitian selanjutnya jenis ini ditemukan juga di luar Pulau Jawa.

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal oval, permukaan berornamen dengan pola jala-jala dan memiliki titik-titik; kebanyakan bulu dorsal simpel, kecuali bulu j₁ plumose bagian ujungnya; bulu S₅ dan Z₅ pilose

diujung setengah dari panjang bulunya. Ornamen pada lempeng sternal sangat jelas.

Habitat. *Catharsius molossus*, *Microcopris hidakai*, *Onthophagus diabolicus*, *O. mulleri*, *O. javaecola*, *O. malangensis*, *O. semiaureus*, *O. javensis*, *O. orientalis*, *Paragymnopleurus maurus* dan marga *Catharsius*, *Onthophagus* (Scarabaeidae).

Penyebaran di Indonesia. Jawa [Jawa Barat (Gunung Halimun, Gunung Salak, Jonggol, Pangandaran); Daerah Istimewa Yogyakarta (TN. Gunung Merapi); Jawa Timur (Pacitan, P. Sempu, TN Alas Purwo)], Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Lombok dan Sumbawa.

6. *Macrocheles kraepelini* (Berlese, 1905)

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal lebar dan bulat bagian posterior; Sebagian besar bulu dorsal lebar dan pilose, kecuali *simpel* untuk bulu j6, z5, z6, dan J2; bulu z1 kadang-kadang pilose. Lempeng sternal dengan ornamen yang berbeda; garis l.ang. dengan pola titik-titik yang kuat.

Habitat: *Catharsius molossus*, *Copris incertus*, *Coptodactyla ducalis*, *Onitis fulcatus*, *Onthophagus laminatus*, *Ont. Schwaneri*, *Pachylister chinensis*, *Paragymnopleurus maurus*, marga *Catharsius*, *Copris*, *Onitis*, *Onthophagus*, *Paragymnopleurus* (Scarabaeidae), breadfruit compost, decaying forest litter.

Penyebaran di Indonesia. Jawa, Kalimantan, Madura, Sumatra, Flores, dan bagian barat pulau Timor.

7. *Macrocheles nidus* Hartini, Kahono & Takaku 2013

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal dengan 28 pasang bulu dorsal; bulu j1 pilose di bagian ujung; j2 agak pilose; z1, j5, j6, z5, z6 and J2 *simpel*; J5 pilose; bulu lainnya pilose mulai dari pertengahan atau pada bagian 2/3 dari panjang bulu. Lempeng

sternal shield dengan garis l.ang., l.m.t. dan l.o.p.; terdapat dua l. arc. dan l.o.p. terpisah dari l.m.t.

Habitat. Jenis ini ditemukan pada sarang *Apis dorsata dorsata* dan juga berasosiasi dengan Scarabaeidae.

Penyebaran di Indonesia [Jawa Barat, Jawa Timur (catatan baru)].

8. *Macrocheles persimilis* Hartini, Dwibadra & Takaku, 2007

Jenis *M. persimilis* dideskripsi pertama kali oleh Hartini, Dwibadra dan Takaku (2007) spesimen dari Sulawesi. Penelitian lebih lanjut jenis ini ditemukan juga di Jawa.

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal oval, permukaan berornamen dengan pola jala- jala ; bulu dorsal mempunyai 28 pasang; bulu j1-4 pilose ujungnya, j5, j6, z1, z5, z6 dan J2 *simpel*; J5 *bipectinate*, bulu dorsal lainnya pilose setengah sampai dua pertiga dari panjang bulunya. Lempeng sternal berornamen dengan garis dan memiliki titik-titik, panjang dan lebarnya hampir sama; l. arc. mempunyai satu atau dua garis, l. ang., l.o.a., dan l.m.t. ada dan memiliki titik-titik; l.o.p. jelas dan memiliki titi-titik dan terpisah dari l.m.t.

Habitat. Marga *Onthophagus* (Scarabaeidae).

9. *Macrocheles subwallacei* Hartini, Dwibadra & Takaku, 2015

Diagnosa. Lempeng dorsal dengan 28 pasang bulu dorsal and 22 pori; permukaannya berornamentasi dengan garis-garis pada bagian anterior; j1 pilose di bagian ujung, J5 pilose; bulu lainnya *simpel*. Lempeng sternal tidak terdapat garis l.m.t.

Habitat. Berasosiasi dengan *C. sinicus* and *P. rudis*.

Penyebaran di Indonesia. Jawa.

10. *Neopodocinum subjaspersi* Hartini & Takaku, 2003

Jenis ini dideskripsi pertama kali oleh Hartini dan Takaku (2003b), spesimen dari Jawa Barat.

Diagnosa. Betina. Lempeng dorsal oval, dengan permukaan titik-titik yang jelas pada bagian posterior; bagian tepi dorsal licin. Lempeng mempunyai 28 pasang bulu dan 22 pasang pori, bulu Jx ada; bulu j1 lebar dan plumose, z1 pendek dan plumose, bulu j2, s2, r2, s6, S1, S2, S4, S5, Z5 dan J2 pilose; bulu dorsal lainnya simple. Lempeng sternal tungau betina lebih lebar daripada panjangnya, permukaan lempeng memiliki ornamen berupa pola-pola jala dan titik-titik agak samar-samar; l.m.t tidak komplit dan terletak di bagian tengah lempeng sternal. Lempeng anal kecil, lebih panjang dari lebarnya. *Ophistogaster* mempunyai 50 pasang bulu simpel atau sedikit pilose.

Habitat. Jenis ini pernah dikoleksi dari kumbang kotoran *Catharsius molossus*, dan jenis dari marga *Onthophagus*.

Penyebaran di Indonesia. Jawa [Jawa Barat (TN Gunung Halimun); Jawa Timur (TN Merubetiri, TN Alas Purwo), Sumatra, dan Kalimantan.

Pada penelitian ini ditemukan satu jenis *Macrocheles* sp. yang masih perlu diperiksa lebih lanjut karena menunjukkan karakter yang berbeda dengan jenis-jenis lain yang ditemukan. Dari lempeng sternal ditengarai merupakan anggota limue *complex*.

Berdasarkan Tabel 1, tungau Macrochelidae di TN Alas Purwo ditemukan berasosiasi dengan 10 jenis kumbang kotoran. *Macrocheles dispar* paling banyak berasosiasi dengan kumbang kotoran (9 jenis kumbang Scarabaeidae). Tungau ini merupakan tungau kosmopolit yang paling sering ditemukan dan tersebar di Indonesia.

Tungau Macrochelidae bersifat predator terutama memangsa telur dan larva lalat yang dapat menjadi vektor penyakit bagi manusia. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui predasi tungau Macrochelidae dan potensinya untuk pengendali hama (Axtell & Edwards, 1983;

Hartini, 1995; Messelink & Holstein, 2008; Dulaimi, 2014; Safaa *et al.*, 2014, dan Azevedo *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa di TN Alas Purwo, Jawa Timur terdapat 11 jenis tungau Macrochelidae yang perlu dikaji lebih lanjut potensinya sebagai agen pengendali hayati bagi telur dan larva lalat.

REFERENSI

- Axtell, RC & TD Edwards. 1983. Efficiency and non target effect of larvadex as a feed additive or controlling house flies in caged-layer poultry manure. *Poultry Science*, 62(12): 2371-2377.
- Azevedo, LH, Ferreira, MP, Castilho, RdC, Caçadoc, PHD, de Moraes, GJ. 2018. Potential of *Macrocheles* species (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) as control agents of harmful flies (Diptera) and biology of *Macrocheles embersoni* Azevedo, Castilho and Berto on *Stomoxys calcitrans* (L.) and *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Biological Control* 123: 1-8.
- Berlese, A. 1910. Lista di nuove specie e nuovi generi di Acari. *Redia* 6: 242-271.
- Berlese, A. 1918. Centuria quarta di Acari nuovi. *Redia* 13: 115-192.
- Costa, M. 1966. Notes on Macrochelids associated with manure and coprid beetles in Israel. I. *Macrocheles robustulus* (Berlese, 1904) development and biology. *Acarologia* 8: 532-548.
- Dulaimi, Al SI. 2014. Predation by the mite *Macrocheles glaber* (Müller) (Acarina: Macrochelidae) on the house fly *Musca domestica* L. with some notes on its Biology. *Bulletin of Iraq Natural History Museum*,

- 9(4): 7-11.
- PHPA. 2003. *Guidbook of 41 National Park in Indonesia*. Ministry of Forestry Republic of Indonesia, UNESCO and CIFOR. 168pp.
- Filipponi, A. & F. Pegazzano. 1967. Contributo alla conoscenza del genere *Holostaspella* Berlese, 1903 (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae). *Redia* 50: 219-259.
- Halliday, R. B. 1986. Mites of the *Macrocheles glaber* group in Australia (Acarina: Macrochelidae). *Australian Journal of Zoology* 34: 733-52.
- Halliday, R. B. 1987. Further observations on the dorsal idiosomal chaetotaxy in the Macrochelidae (Acarina). *International Journal of Acarology* 13: 51-53.
- Halliday, R. B. 1988. The genus *Holostaspella* Berlese (Acarina: Macrochelidae) in Australia. *Journal of the Australian Entomological Society* 27: 149-155.
- Halliday, R. B. 2000. The Australian species of *Macrocheles* (Acarina: Macrochelidae). *Invertebrate Taxonomy* 14: 273-326.
- Hartini S. 1995. Predasi tungau *Macrocheles merdarius* (Berlese) (Acari: Macrochelidae) pada telur lalat rumah (*Musca domestica* Linnaeus), di laboratorium. Thesis S2, Institut Pertanian Bogor. 63 hlm.
- Hartini, S. & G. Takaku. 2003a. Javanese species of the mite genus *Macrocheles* (Arachnida: Acari: Gamasina: Macrochelidae). *Zoological Science* 20: 1261-1272.
- Hartini, S. and G. Takaku. 2003b. Mites of the Macrochelid *Neopodocinum* (Arachnida: Acari: Gamasida: Macrochelidae) associated with dung beetles in West Java, Indonesia. *Species Diversity* 8: 47-65.
- Hartini, S. and G. Takaku. 2004. *Neopodocinum* Mites (Arachnida: Acari: Macrochelidae) in Kalimantan. *Species Diversity* 9: 77-89.
- Hartini, S., G. Takaku and H. Katakura. 2004. Macrochelid mites of the genus *Macrocheles* (Acari: Macrochelidae) in Kalimantan, Indonesia. *International Journal of Acarology* 29: 307-313.
- Hartini, S., G. Takaku, J. Kojima, and H. Katakura. 2005. Macrochelid mite fauna in the eastern part of the Lesser Sunda Island, with description of two new species. *Entomological Science* 8: 201-209.
- Hartini, S., D. Dwibadra and G. Takaku. 2007. Macrochelid mites (Acari: Gamasida: Macrochelidae) associated with dung beetles in Sulawesi, Indonesia. *Journal of the Acarological Society of Japan* 16: 73-96.
- Hartini, S., D. Dwibadra and G. Takaku. 2009. Mites of family Macrochelidae (Acari: Gamasida) associated with dung beetles in Mt Merapi National Park, Jogjakarta, Java, Indonesia. *Entomological Science* 12: 416-426.
- Hartini, S. and G. Takaku. 2012. Macrochelid mites (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) in Sempu Island, East Java, Indonesia. *Journal of the Acarological Society of Japan* 21: 7-14.
- Hartini, S., D. Dwibadra and G. Takaku. 2012. Records of the *Macrocheles kraepelini* Species complex (Acari: Macrochelidae) from Mount Ijen, East Java, Indonesia, with Description of a new species. *International Journal of Acarology* 38: 528-532.
- Hartini, S., S. Kahono and G. Takaku. 2013. Macrochelid mite from nest of honey

- bee *Apis dorsata dorsata* in Bogor Botanical Garden, Bogor, West Java, Indonesia. *Treubia* 20: 47-59.
- Hartini, S., D. Dwibadra, M. Ohara and G. Takaku. 2015. Macrochelid mites (Acari: Mesostigmata) associated with dung beetles in Baluran National Park, East Java, Indonesia. *Treubia* 42: 23-36.
- Ishikawa, K. 1968. Studies on the mesostigmatid mites associated with the insects in Japan (1). *Rep. Res. Matsuyama Shinonome Jr. Coll.* 3: 197-218.
- Krantz, G. W. 1967. A review of of the genus *Holostaspella* Berlese, 1904 (Acarina: Macrochelidae). *Acarologia* 9 (Suppl.): 91-146.
- Krantz, G. W., & A. Filipponi. 1964. Acari della famiglia Macrohelidae (Mesostigmata) nella callozione del South Australian Museum. *Rivista di Parassitologia* 25: 35-54.
- Messelink G and Holsten Rvs. 2008. Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *M. robustulus* (Berlese). *Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climatic IOBC/wprs Bulletin*. 32: 135-138.
- Pramanik, M. M. & D. N. Raychaudhuri. 1978. New records o mesostigmatid mites (Acari) rom West Bengal, India, *Acarol. Newsl.* 6: 5-6.
- Richards, K. W. & L. A. Richards. 1977. A new species of *Macrocheles* (Acarina: Macrochelidae) found in bumble bee nests (Hymenoptera: Apidae). *Canadian Entomologist* 109: 711-719.
- Roy, R. K. 1989. Mites of the genus *Holostaspella* (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) in India. Pp. 329-342. In Channabasavanna, G. P. and C. A. Viraktamath. (Eds) *Progress in Acarology*, vol. 1. E. J. Brill, Leiden, 523pp.
- Roy, R. K. 1991. A catalogue of the soil mesostigmatid mite (Acari) collected from Palni Hills and Western Ghats, Southern India. Pp. 749-753. In: Veeresh, G. K., D. Rajagopaland and C.A. Viraktamath (Eds.) *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*. Oxford & IBH, New Delhi, 925pp.
- Safaa, M, Abo-Taka M, Heikal HM and Abd El-Raheem AM. 2014. Macrochelid mite, *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) as a Biological Control Agent Against House Fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in Egypt. *International Journal of Zoological Research*, 10: 30-36.
- Takaku, G. 1998. Descriptions of immature stages and male of *Macrocheles hallidayi* Walter and Krantz, 1986 (Acari: *Macrocheles*). *Journal of the Acarological Society of Japan* 7: 29-38.
- Takaku, G. 2001. Macrochelid mites (Acari: Macrochelidae: *Macrocheles*, *Holostaspella*) associated with scarabaeid beetles in Sumatra, Indonesia. *Tropics* 10: 497-507.
- Takaku, G. & S. Hartini. 2001. Macrochelid mites (Arachnida: Acari: Macrochelidae: *Glyphtholaspis*, *Macrocheles*, *Neopodocinum*) associated with dung beetles in Bali, Indonesia. *Species Diversity* 6: 323-345.
- Trägårdh, I. 1952. Acarina, collected by the mangarevan expedition to south eastern Polynesia in 1934 by the Bernice P. Bishop Museum, Honolulu, Hawaii. *Arkiv. Zool*, 4: 45-90.
- Vitzthum, H. G. 1925. Fauna Sumatrensis (Beitrag No. 5). *Acarinae Supplementia Entomologica* 11: 1-79.
- Vitzthum, H. G. 1926. Malayische Acari.

- Treubia* 8: 1-196.
- Wallace M.M.H. 1986. Some macrochelid mites (Acari: Macrochelidae) associated with Australian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acarologia* 27: 3-15.
- Walter, D. E. & G. W. Krantz. 1986a. Description of the *Macrocheles* species complexes. *Acarologia* 2: 277-294.
- Walter, D. E. & G. W. Krantz. 1992. A review of *glaber*-like species with reduced sclerotization and ventral *kraepelini* species complex (Acari: Macrochelidae) with two new species. *Canadian Journal of Zoology* 64: 212-217.
- Walter, D. E. & G. W. Krantz. 1986b. A review of *glaber*-group (s.str.) species of the genus *Macrocheles* (Acari: Macrochelidae), and a discussion of ornamentation: the *scutatus* subgroup (Acari: Macrochelidae: *Macrocheles*). *International Journal of Acarology* 18: 241-249.

Perilaku Menangkap Mangsa Pada Burung Air di Areal Lahan Basah Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur

Rara Fitria Anggreani¹, Nuning Nurcahyani¹, Tugiyono¹, Sugeng P. Harianto¹

¹Universitas Lampung Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandarlampung 35145

Email: rara.fitriaanggreani@gmail.com

ABSTRACT

Water birds in English are often referred to as shorebird. Generally defined as a collection of water birds that are ecologically supported in coastal areas. Wetlands are important habitats used by air birds as a place to find food, shelter, nest, breed, and even raise sheep. The purpose of this study was to study research studies on birds in wetlands in Margasari Village, Labuhan Maringgai District. The study was conducted in February - March 2019 in three locations, namely ponds, rice fields, and mangrove forests. Data collection is done by using the method of sampling focused animals carried out by regulating monitoring in waterbirds and monitoring methods using analysis that is by using vision (visual), touch (touch), or a combination of combinations.

Keywords: Water bird, wetlands, prey catching behavior, visual, tactile.

PENDAHULUAN

Burung air merupakan sekelompok jenis burung air yang secara ekologis menggantungkan hidupnya pada kawasan pantai. Burung air dalam kehidupannya yaitu bersarang, mencari makan, mencari pasangan, berkembang biak, sampai dengan membesarkan anak semuanya dilakukan di daerah pantai (Howes *et al.* 2003).

Burung air memiliki perilaku makan yang beragam, salah satu perilaku makan yang tampak pada famili Ardeidae, yaitu *stand or stalk feeding* yang berarti berdiri atau mengikuti mangsa, *disturb and chase feeding* yang berarti menunggu dan memburu mangsa, *aerial and deep water feeding* yang berarti menangkap mangsa diudara dan dibawah perairan (Kushlan, 1978).

Perbedaan perilaku mencari makan pada burung air didasarkan pada morfologinya yaitu ukuran dan bentuk paruh, kaki serta habitat dari masing-masing burung airtersebut. Burung air yang memiliki mata besar, makan dengan berdiri tegak sambil melihat-lihat mangsa

berikutnya, berlari dan mematak mangsanya. Burung air yang memiliki paruh lebih panjang, umumnya memiliki mata lebih kecil dan mencari makan dengan menusuk-nusukkan paruh ke dalam sedimen yang lembut (Holmes *et al.*, 2003).

Lahan basah merupakan habitat penting bagi keberadaan burung air karena burung air sangat menggantungkan hidupnya pada pantai atau lahan basah.

Lahan basah serta tegakan tumbuhan yang ada diatasnya sebagai tempat mencari makan, maupun beristirahat. Meskipun banyak dari beberapa jenis burung air yang berbiak jauh di daratan yang bukan merupakan daerah pantai atau lahan basah (Howes *et al.*, 2003).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku mencari mangsa pada burung air di areal lahan basah di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur.

METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Maret 2019. Pengambilan data di lapangan dilakukan di areal lahan basah seperti tambak, sawah dan hutan mangrove di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur.

B. Pelaksanaan Penelitian

Pengamatan perilaku menangkap mangsa pada burung air dilakukan dengan metode *Focal animal sampling* yaitu metode pengamatan langsung perilaku menangkap mangsa pada burung air sebagai objek dan mencatat cara burung melakukan aktivitas makannya. Cara makan dilakukan dengan menangkap mangsa berdasarkan tekniknya yaitu dengan mengandalkan penglihatan (*visual*) dan peraba (*tactile*) atau kombinasi keduanya. Pengamatan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00-09.00 WIB dan sore hari pukul 15.00-18.00 WIB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan perilaku menangkap mangsa pada burung-burung air yang terdapat di areal lahan basah desa Margasari. Dalam mencari dan menangkap mangsa terdapat jenis burung air yang lebih mengandalkan indra penglihatan (*visual*), indra peraba (*tactile*), dan terdapat juga yang mengandalkan keduanya (*visual* dan *tactile*) (Kober, 2004). Terdapat beberapa jenis burung air yang lebih mengandalkan penglihatannya seperti burung kuntul kecil (*Egretta garzetta*) dan pecuk padi hitam (*Phalacrocorax sulcirostris*). Jenis burung air yang mengandalkan indra perabanya yaitu jenis burung yang memiliki paruh atau ujung paruh yang sensitive seperti ibis roko-roko (*Plegadis falcinellus*). Terdapat pula jenis burung yang mengandalkan keduanya (*visual* dan *tactile*) namun meskipun mengandalkan keduanya terdapat

jenis burung air yang lebih cenderung *visual* dari pada *tactile* begitupun sebaliknya ada beberapa jenis burung air yang lebih cenderung *tactile* dibanding *visual*. Jenis burung air yang masuk dalam kelompok lebih visual adalah jenis burung bangau yaitu bangau tong-tong (*Leptoptilos javanicus*) dan bangau bluwok (*Mycteria cinerea*) dan jenis yang lebih *tactile* adalah gajahan penggala (*Numenius phaeopus*).

Berdasarkan tabel 1 yang disajikan di bawah diketahui terdapat perilaku menangkap mangsa yang dikelompokkan berdasarkan penglihatan (*visual*), peraba (*tactile*), atau kombinasi keduanya. Dimana jenis burung air yang mengandalkan *visual* adalah jenis burung dari famili Ardeidae yaitu kuntul kecil (*Egretta garzetta*) dan dari famili Phalacrocoracidae yaitu pecuk padi hitam (*Phalacrocorax sulcirostris*). Jenis-jenis burung air yang lebih mengandalkan visual umumnya menangkap mangsa yang terdapat di permukaan substrat (Marchant *et al.* 1986).

Kuntul kecil dalam aktivitas mencari makan banyak ditemukan di lokasi mangrove dan tambak yang sudah mengering, karena makanan yang didapat lebih melimpah dan beragam. Kuntul kecil melakukan aktivitas makan secara *visual* yaitu dengan menunggu mangsanya datang, berjalan atau berlari mengejar mangsanya (Ginting, 2005). Dalam melakukan aktivitas makannya kuntul kecil biasanya berada dalam suatu kelompok besar karena akan membuat mangsa terganggu dan akan mudah untuk ditemukan. Kuntul kecil umumnya berada dalam suatu tempat yang sama dengan jenis burung lain seperti pecuk padi hitam, kuntul besar, kuntul perak, blekok sawah dan cangak abu.

Tabel 1. Hasil pengamatan perilaku menangkap mangsa burung air

Jenis Burung	Visual	Kombinasi		Tactile
		Lebih visual	Lebih tactile	
Kuntul kecil	✓			
Bangau tong-tong		✓		
Bangau bluwok		✓		
Gajahan penggala			✓	
Ibis roko-roko				✓
Pecuk padi hitam	✓			

Berdasarkan pengamatan didapatkan jenis burung air yang mengandalkan keduanya (*visual* dan *tactile*) namun lebih cenderung *visual* adalah jenis-jenis bangau seperti bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus*) dan bangau bluwok (*Mycteria cinerea*). Burung air dalam kelompok ini umumnya mencari makan di permukaan hingga bagian dalam substrat. Dari tiga lokasi yang diamati jenis bangau banyak ditemukan pada areal mangrove. Bangau melakukan aktivitas makannya yaitu dengan cara mematuk mangsanya kemudian berjalan atau berlari mengejar mangsa yang baru masuk kedalam substrat. Kelompok yang juga mengandalkan keduanya namun lebih *tactile* ditemukan pada jenis gajahan penggala. Jenis ini umumnya memiliki paruh yang panjang dan sensitif sehingga dalam mencari makan lebih cenderung menggunakan indra peraba dengan cara menusukan ujung paruhnya kedalam substrat secara berulang-ulang.

Jenis burung air yang dalam mencari mangsanya menggunakan teknik *tactile* ditemukan pada jenis ibis rokoroko. Burung ini dijumpai di sawah dan areal mangrove dalam kelompok kecil. Ibis roko-roko memiliki bentuk paruh yang panjang dan bengkok sehingga dalam mencari makan burung ini mengandalkan kepekaan ujung paruhnya dalam mendeteksi mangsa. Ibis roko-roko menangkap mangsa dengan cara menyelupkan paruh panjangnya di air atau lumpur dan sering terlihat sambil

menusuk-nusukkan atau menggerakkan paruhnya yang setengah terbuka di dalam air atau lumpur sehingga apabila terdapat crustacea atau ikan kecil yang menyentuh bagian dalam paruh maka paruh akan mengatup dengancepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat 2 jenis burung air yang termasuk kedalam kelompok *visual*, 2 jenis yang termasuk kelompok lebih *visual*, 1 jenis yang termasuk kelompok *tactile*, dan 1 jenis yang termasuk kelompok lebih *tactile*. Perbedaan morfologi pada burung dapat mempengaruhi cara menangkap mangsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, M. 2005. *Aktifitas Harian Burung Kuntul Besar (Egretta alba) di BTDC Lagoon, Nusa Dua*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana. Bali.
- Holmes, J.; D. Bakewell and Y.R. Noor 2003. *Panduan Studi Burung Pantai*. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor: 327 pp.
- Howes, J., Bakewell, D., dan Noor, Y.R. 2003. *Panduan Studi Burung Pantai*. Bogor :Wetlands International-Indonesia Programme.

- Kober K. 2004. *Foraging Ecology and Habitat Use of Wading Birds and Shorebirds in the Mangrove Ecosystem of the Caete Bay, Northeast Para, Brazil [dissertation]*. Bremen : Bremen University.
- Kushlan, J.A. 1978. Feeding Ecology of Wading Birds. Wading Birds. Research Report No. 7. Edited by: alexander Sprunt IV, John c. Ogden, and Suzanne Wicnkler. New York: National Audubon Soc.
- Marchant J, Prater T, Hayman P. 1986. *Shorebirds: an Identification Guide*. Boston: Houghton Mifflin Company
- MacKinnon, J., K.Philipps, B. Van Balen. 1993. *Panduan Lapangan: Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press. Hlm. 63.

Induksi Kalus Kantong Semar (*Nepenthes ampullaria* Jack dan *Nepenthes reinwardtiana* Miq) dengan Eksplan Daun

Yeyen Novitasari*, Yupi Isnaini

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI

Email: yeyen.novitasari@gmail.com

ABSTRACT

Nepenthes is a plant that has a unique characteristic and known as a pitcher plant. The pitcher is a modification from its leaves that evolve and form pitcher to trap the prey such as insect and leaf litter. Nowadays, *Nepenthes* becomes popular as an ornamental plant due to its unique characteristics of the pitcher. However, the current plant propagation of *Nepenthes* is still using a conventional method such as seeds and cuttings. At the same time, the non-conventional approach, namely in vitro propagation is limited and only using the seeds. In contrast, it is not easy to obtain *Nepenthes* seeds from nature forest because *Nepenthes* is classified as a dioecious plant. Thus, getting an alternative propagation method for *Nepenthes* is needed. One of the alternative methods is callus culture by using leaf organs. This research aims to study two types of *Nepenthes* (*Nepenthes ampullaria* Jack. and *Nepenthes reinwardtiana* Miq.) in forming a callus and obtaining optimum media for callus induction of *Nepenthes*. Leaf pieces from *N. ampullaria* and *N. reinwardtiana* were planted on modified Murashige and Skoog with half concentration (1/2 MS) and added 2,4-Dichlorophenoxyacetate or 2,4-D (0, 1, 2, 3, 4, 5 mg/L) and kinetin (0,1 mg/L). The culture is then incubated in a dark condition for callus formation. The result of observations showed the time difference between callus that begins forming a callus. *N. reinwardtiana* forms callus faster than *N. ampullaria*, which is in the third week, whereas *N. ampullaria* starts forming callus in the sixth week after treatment. Leaf explants planted on control media without 2,4-D did not create a callus. The optimal media for callus induction in *Nepenthes ampullaria* was obtained in 1/2 MS with the addition of 1 mg/L 2,4-D and 0,1 mg/L kinetin with the morphology of green-yellowish-white callus and slightly brownish white. Whereas, the optimum media for callus induction in *N. reinwardtiana* has not been obtained yet due to explant browning, so the percentage of callus formation did not reach up to 100%.

Keyword: 2,4-D, callus, leaf explant, *Nepenthes ampullaria*, *Nepenthes reinwardtiana*

PENDAHULUAN

Kantong semar (*Nepenthes* spp.) merupakan salah satu tumbuhan unik yaitu memiliki daun yang berevolusi membentuk kantong. Fungsi kantong tersebut untuk pemenuhan nutrisinya dengan menarik, menjebak, dan mencerna mangsa (hewan atau serasah) yang masuk ke dalam kantong (Clarke, 1997). Saat ini, kantong semar mulai banyak diminati masyarakat sebagai tanaman hias karena keunikan kantongnya yang bervariasi baik bentuk, corak maupun warnanya.

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI saat ini baru memperbanyak kantong semar secara *in vitro* sebanyak 5 jenis (Isnaini, 2013) dari 68 jenis kantong semar yang tersebar di seluruh Indonesia (Mansur, 2013). Dari kelima jenis kantong semar tersebut dua diantaranya adalah *Nepenthes ampullaria* Jack. dan *Nepenthes reinwardtiana* Miq. Status kedua jenis kantong semar tersebut secara global berdasarkan IUCN Redlist yang terakhir ditaksir pada bulan November 2014 yaitu *Least Concern* (LC) (Clarke, 2018a; Clarke, 2018b) dan berstatus Appendix II dalam CITES (CITES, 2017).

Perbanyak kantong semar secara konvensional umumnya dilakukan baik menggunakan biji maupun stek, sedangkan untuk perbanyak secara *in vitro*, bahan yang digunakan masih terbatas menggunakan biji (Isnaini dan Handini, 2007; Isnaini, 2009; Isnaini, 2013). Perbanyak menggunakan biji pada kantong semar terkendala masalah yaitu daya berkecambah biji yang rendah dan lambat tumbuh serta pertumbuhan yang tidak seragam. Selain itu, untuk mendapatkan biji juga tidak mudah karena *Nepenthes* tergolong jenis yang bunga jantan dan bunga betinanya berada pada individu yang berbeda (berumah dua) sehingga perlu adanya alternatif perbanyak, salah satunya dengan kultur daun dengan menginduksi pembentukan kalus.

Kalus merupakan sel yang tidak terorganisir dan biasanya diinduksi dengan hormon eksogen yang terbentuk dari organ atau jaringan kemudian terdediferensiasi membentuk sel kembali. Regenerasi tanaman dari kalus dimungkinkan dari *de novo* organogenesis atau somatik embriogenesis. Kultur kalus juga memfasilitasi amplifikasi bahan tanaman yang terbatas (Martinez-Zapater dan Salinas, 1998).

2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) merupakan hormon yang umum digunakan dalam menginduksi kalus pada kultur *in vitro*. Beberapa penelitian telah berhasil menginduksi kalus dengan menggunakan 2,4-D dan menggunakan eksplan daun, diantaranya pada anggrek (Budisantoso dkk., 2017), gendarussa (Wahyuni dkk., 2017), ramin (Yelnititis dan Komar, 2010), *Onobrychis* (Mohajer dkk., 2012), *aglaonema* (Wahyuni dkk., 2014), tagetes (Benitez-Garcia dkk., 2014), keladi tikus (Syahid dan Kristina, 2007), krisan (Setiawati dkk., 2019), tin (Fadilah dkk., 2014), dan melati (Rosyidah dkk., 2014).

Perbanyak *in vitro* pada kantong semar menggunakan daun untuk kultur kalus

belum banyak dilaporkan. Media optimal untuk menginduksi kalus kantong semar pun belum didapatkan sehingga penelitian ini merupakan penelitian awal yang penting untuk mengetahui respon daun kantong semar yang diberikan perlakuan hormon 2,4-D dan kinetin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan dua jenis kantong semar (*Nepenthes ampullaria* Jack. dan *Nepenthes reinwardtiana* Miq.) membentuk kalus dan mendapatkan media yang optimal untuk induksi kalus kantong semar (*Nepenthes* spp.).

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - LIPI dari Bulan April hingga Juli 2019. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kultur kantong semar koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - LIPI yang terdiri atas dua jenis yaitu *Nepenthes ampullaria* Jack. dan *Nepenthes reinwardtiana* Miq. yang berumur 7 bulan.

Ekplan daun dari kedua jenis kantong semar (*Nepenthes ampullaria* Jack. dan *Nepenthes reinwardtiana* Miq.) diambil dari botol kultur, kemudian dipotong sebesar 0,5 cm². Potongan daun yang relatif muda dari kedua jenis *Nepenthes* tersebut ditanam di media Murashige dan Skoog dengan modifikasi setengah konsentrasi normal (1/2 MS) yang ditambahkan perlakuan hormon 2,4-D dan kinetin. Kultur diinokulasi pada kondisi gelap dengan suhu 23-25°C. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu jenis kantong semar sebanyak 2 taraf yaitu *N. ampullaria* dan *N. reinwardtiana* dan konsentrasi 2,4-D sebanyak 6 taraf yaitu: kontrol (tanpa 2,4-D), 1 mg/L, 2 mg/L, 3 mg/L, 4 mg/L, dan 5 mg/L 2,4-D. Semua media perlakuan ditambahkan

0,1 mg/L kinetin. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan terdiri dari 5 botol, Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 12 minggu yaitu dengan mengamati waktu mulai terbentuk kalus pada kedua jenis kantong semar, persentase terbentuk kalus, respon eksplan tanaman setelah perlakuan, dan morfologi kalus. Analisis data untuk mengetahui persentase kalus didapatkan dengan menggunakan rumus (Budisantoso dkk., 2017):

$$\text{Persentase kalus} = \frac{\text{jumlah eksplan yang membentuk kalus}}{\text{jumlah seluruh eksplan}} \times 100\%$$

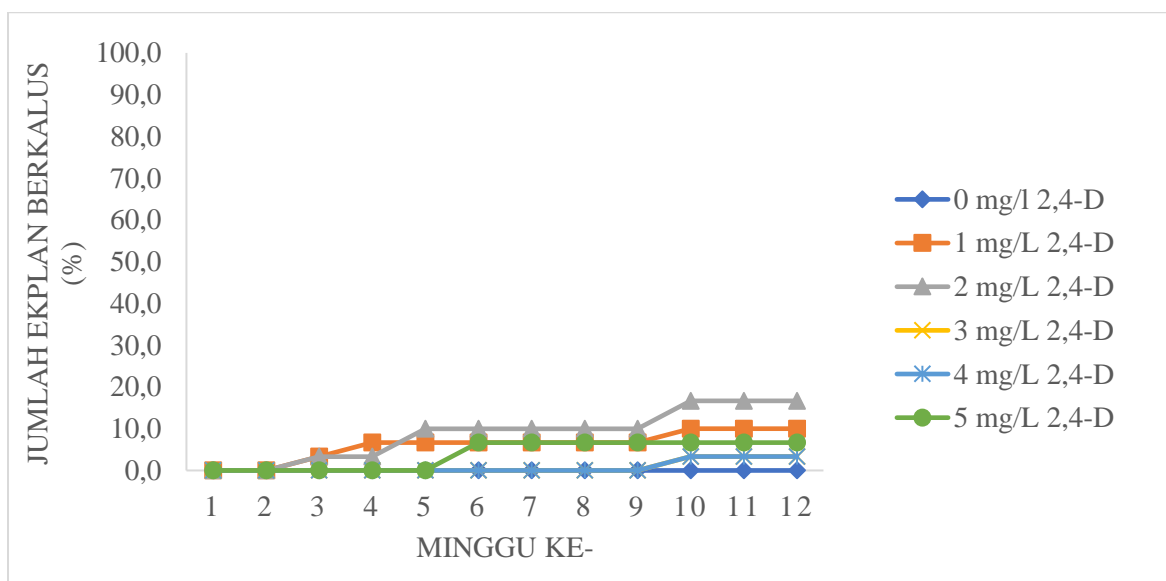
Kemudian data yang didapatkan diolah menggunakan *microsoft excel* dan *SAS 9.0* dengan melakukan uji F pada taraf 5% untuk melihat perbedaan pertumbuhan daun yang diinduksi membentuk kalus pada setiap media perlakuan. Apabila terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap perlakuan

lainnya diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

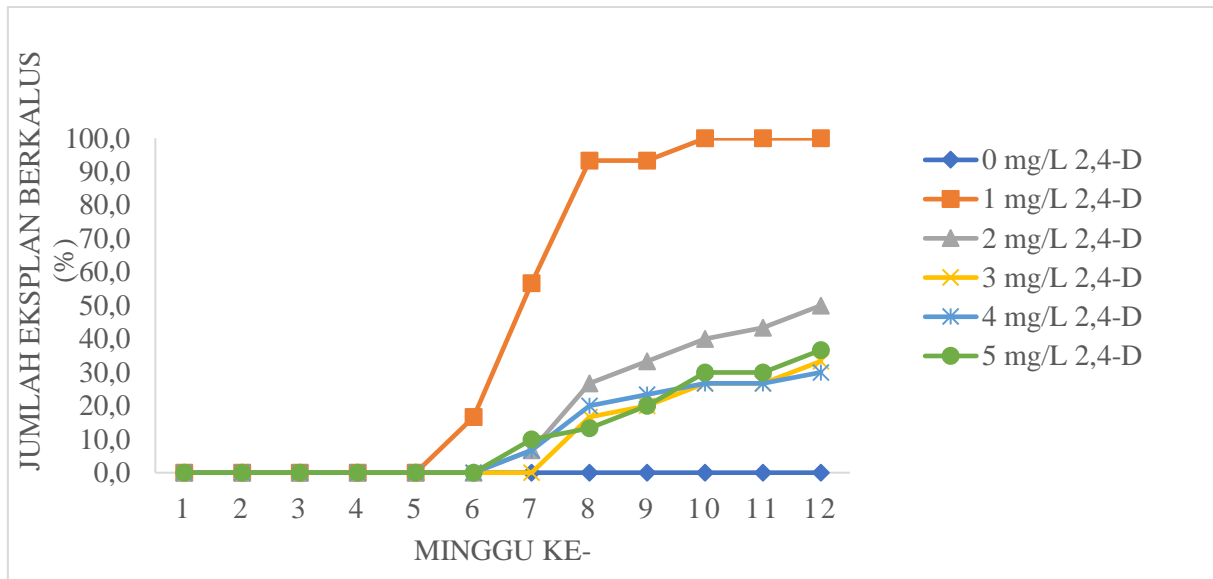
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu Terbentuk Kalus

Parameter waktu terbentuknya kalus diamati untuk menentukan konsentrasi media perlakuan yang paling cepat dalam menginduksi kalus pada kantong semar yang diberikan media dengan beberapa konsentrasi 2,4-D. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *N. reinwardtiana* mulai membentuk kalus pada tiga minggu setelah perlakuan sedangkan *N. ampullaria* mulai membentuk kalus pada minggu keenam setelah perlakuan. Hasil ini menunjukkan respon waktu membentuk kalus yang berbeda antara kedua jenis kantong semar yang diamati pada berbagai konsentrasi 2,4-D (Gambar 1 dan Gambar 2).



Gambar 1. Grafik waktu terbentuk kalus *N. reinwardtiana* pada media perlakuan



Gambar 2. Grafik waktu terbentuk kalus *N. ampullaria* pada media perlakuan

Rata-rata waktu tercepat terbentuknya kalus *N. reinwardtiana* pada minggu keenam di media perlakuan 1 mg/L 2,4-D dan 5 mg/L 2,4-D, dengan rata-rata jumlah eksplan membentuk kalus sebanyak 4,44%. Sedangkan pada *N. ampullaria*, pembentukan kalus paling cepat di media perlakuan 1 mg/L 2,4-D dan 0,1 mg/L kinetin dengan rata-rata ekplan berkalus sebanyak 11,11% pada minggu ketujuh setelah tanam.

Perbedaan waktu terbentuk kalus pada kedua jenis kantong semar ini diduga karena perbedaan karakteristik daun. *Nepenthes reinwardtiana* memiliki daun yang memiliki

kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan *N. ampullaria* sehingga hal ini diduga berhubungan dengan penyerapan zat pengatur tumbuh pada tanaman.

B. Presentase Terbentuknya Kalus

Parameter persentase terbentuk kalus penting diamati untuk menentukan media perlakuan yang paling optimal atau terbaik dalam menginduksi kalus. Hasil pengamatan pada minggu ke-12 setelah perlakuan dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase terbentuk kalus pada dua jenis kantong semar (*N. reinwardtiana* dan *N. ampullaria*) 12 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

Jenis	Konsentrasi 2,4-D (mg/L)					
	0	1	2	3	4	5
<i>N. reinwardtiana</i>	0a	10,00a	16,67a	3,33a	3,33a	3,33a
<i>N. ampullaria</i>	0c	100,00a	46,67bc	33,33bc	30,00bc	30,00bc

Keterangan: angka – angka yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan pada tabel 1, kalus tidak terbentuk pada media perlakuan yang tidak diberikan 2,4-D. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Al-ajlouni dkk. (2012) yang menginduksi kalus pada tanaman barley (*Hordeum vulgare* L.). Mereka menyebutkan bahwa kalus tidak terbentuk pada media yang tidak diberikan zat pengatur tumbuh sama sekali. Hal ini mengindikasikan bahwa pembentukan kalus memerlukan tambahan hormon eksogen atau zat pengatur tumbuh dari luar. Penambahan hormon eksogen seperti 2,4-D mempengaruhi pembentukan kalus, karena 2,4-D merupakan auksin yang mampu menginduksi kalus sebagai respon awal dari pertumbuhan eksplan (Tanjung dkk., 2017). Induksi kalus menggunakan eksplan daun telah dilakukan pada anggrek *Vanda* sp dengan menggunakan hormon 2,4-D. 2,4-D umum digunakan untuk menginduksi kalus dan terbukti dapat meningkatkan persentase terbentuknya kalus hingga 83,3% pada perlakuan 2 ppm 2,4-D dan konsentrasi 2,4-D yang lebih tinggi akan menurunkan atau menghambat pembentukan kalus pada *Vanda* sp (Budisantoso dkk., 2017). Hal tersebut juga didapatkan pada hasil penelitian pada tabel 1 yaitu semakin tinggi konsentrasi 2,4-D akan semakin menurunkan persentase terbentuknya kalus pada kedua jenis *Nepenthes*.

Kalus merupakan sel yang tidak terorganisir dan biasanya diinduksi dengan hormon eksogen yang terbentuk dari organ atau jaringan kemudian terdediferensiasi membentuk sel kembali (Martinez-Zapater dan Salinas, 1998). Dediferensiasi terjadi karena sel atau jaringan pada tanaman yang secara ilmiah bersifat autotrof dikondisikan menjadi heterotrof dengan cara memberikan hormon untuk pemenuhan nutrisi pada media kultur, sehingga sel-sel membelah secara tidak terkendali membentuk masa sel yang tidak terorganisir disebut kalus (Tanjung dkk., 2017).

Konsentrasi 2,4-D terbaik untuk menginduksi kalus pada *N. ampullaria* adalah 1 mg/L 2,4-D yang ditambahkan 0,1 mg/L kinetin yaitu mencapai 100% terbentuk kalus. Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang ditambahkan semakin menurunkan persentase terbentuknya kalus pada *N. ampullaria*. Berbeda dengan *N. ampullaria*, media perlakuan yang menginduksi kalus tertinggi pada *N. reinwardtiana* adalah media perlakuan 2 mg/L 2,4-D dan 0,1 mg/L kinetin yaitu 16,67%, namun hasil tersebut tidak berbeda dengan perlakuan media lainnya. Sehingga persentase terbentuk kalus pada *N. reinwardtiana* masih belum optimal karena belum mencapai 100%. Hal ini diduga karena bahan tanam yang digunakan terlalu tua sehingga daun yang ditanam pada media perlakuan mengalami *browning* dan akhirnya mati. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Manzila dkk. (2010) eksplan yang baik untuk induksi kalus merupakan eksplan muda seperti penelitian induksi kalus pada cabai disimpulkan bahwa daun muda merupakan sumber eksplan yang terbaik untuk pembentukan kalus dan tunas cabai melalui kultur jaringan dibandingkan menggunakan eksplan dari hipokotil dan ujung akar.

C. Respon Daun pada Media Perlakuan

Respon eksplan daun yang ditanam pada media perlakuan bervariasi. Sekitar 92,22% dari eksplan daun pada *N. reinwardtiana* yang ditanam mengalami *browning* yang diawali pada bagian ujung daun kemudian akhirnya daun mengalami *browning* secara keseluruhan dan akhirnya mati (Gambar 3). Hal ini diduga dapat terjadi karena jaringan daun sudah tidak segar sehingga luka dari hasil perlakuan pada daun tidak mengeluarkan metabolit sekunder yang berfungsi menutupi luka. Metabolit sekunder yang bereaksi dengan zat pengatur tumbuh pada media biasanya akan mendorong

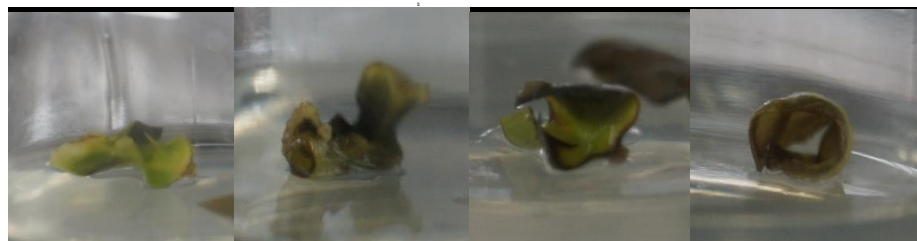
pembelahan sel sehingga terbentuk kalus (Ibrahim dan Hartati, 2017).



Gambar 3. Eksplan mengalami browning (pencoklatan) pada *N. ampullaria* dan *N. reinwardtiana* pada 9 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

Pembentukan kalus pada daun *N. reinwardtiana* diawali dengan pembengkakan bagian daun dan beberapa daun terlihat menggulung (Gambar 4). Kemudian kalus mulai terbentuk pada bagian tepi daun maupun pada pertulangan daun. Pembentukan kalus dimulai pada bagian daun yang bersentuhan langsung dengan media perlakuan. Hal ini juga dilaporkan

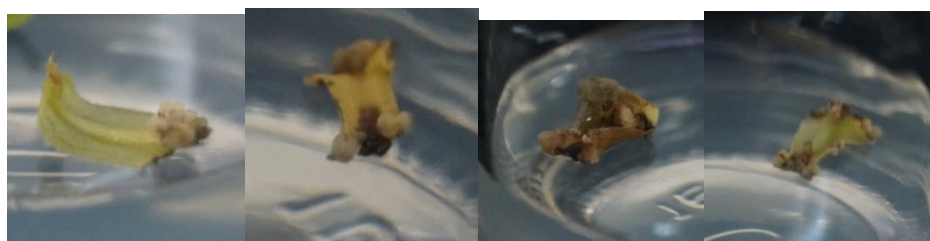
oleh Budisantoso dkk. (2017) yang menginduksi kalus dari daun *Vanda* sp bahwa eksplan daun yang ditanam pada media perlakuan terlihat membengkak pada bagian daun yang terlukai. Pembengkakan tersebut juga menyebabkan pemanjangan sel akibat perlakuan 2,4-D pada beberapa media perlakuan.



Gambar 4. Pembentukan kalus *N. reinwardtiana* pada 4 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

Sedangkan pada daun *N. ampullaria* terlihat hanya beberapa daun yang menggulung. Kalus mulai terbentuk pada

bagian ujung daun yang bersentuhan langsung dengan media serta pada pertulangan daun (Gambar 5).



Gambar 5. Pembentukan kalus *N. ampullaria* pada 9 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

Pembentukan kalus terjadi akibat adanya pelukaan pada eksplan yang ditanam sehingga sel-sel pada eksplan tersebut akan memperbaiki sel yang rusak. Pada awalnya sel akan mulai mengalami pembesaran dinding sel dan akan terjadi penyerapan air

sehingga sel akan mengalami pembengkakan kemudian terjadi pembelahan sel (Sitorus dkk., 2011).

D. Morfologi Kalus

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, kalus yang terbentuk awalnya berwarna hijau kekuning-kuningan dan beberapa juga terlihat berwarna putih

kemudian kalus berubah warna menjadi coklat pada 12 Minggu Setelah Perlakuan (MSP) (Gambar 6).



Gambar 6. Perubahan warna kalus pada *N. reinwardtiana*

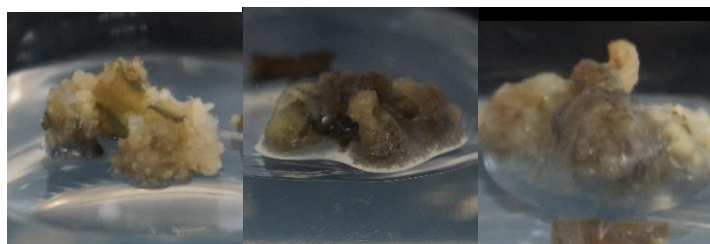
Kalus umumnya terbentuk berwarna putih kekuning-kuningan dan bertekstur kompak kemudian menjadi *friable* (remah). Hal ini juga dilaporkan oleh Tanjung dkk. (2017) pada hasil penelitiannya yang menyebutkan bahwa kalus secara keseluruhan berwarna putih kekuning-kuningan dan pada sebagian perlakuan ditemukan kalus berwarna hijau. Warna kalus yang terbentuk menunjukkan terjadinya aktivitas pembelahan pada kalus. Perubahan warna yang terjadi pada kalus selama pengamatan mengindikasikan bahwa terjadi perubahan pada fase pertumbuhan sel. Perubahan warna dari hijau kemudian menjadi hijau muda, kuning, dan coklat memperlihatkan bahwa sel masih aktif membelah (fase membelah) sedangkan perubahan warna kalus menjadi coklat dan hitam mengindikasikan gejala penuaan sel (Wahyuni dkk., 2017).

Kalus merupakan massa sel yang tidak terorganisir yang berasal dari sel yang terus-menerus membelah. Kalus bisa terbentuk pada kultur *in vitro* pada sel yang dilukai

karena pada permukaan irisan sel tersebut akan mengalami proses proliferasi. Terdapat beberapa tipe kalus yaitu kalus embriogenik, proliferaatif kalus, dan kalus yang *senescence* (Budisantoso dkk., 2017). Kalus yang berwarna coklat pada Gambar 5 dapat diklasifikasikan sebagai kalus yang *senescence*. Kalus yang *senescence* memiliki kemampuan tumbuh yang lama dan beberapa kalus yang *senescence* berasal dari kalus proliferaatif akibat inkubasi yang terlalu lama tanpa subkultur. Hal ini dikarenakan kalus terlalu lama diinkubasi pada media kultur sehingga nutrisi pada media berkurang dan kekurangan oksigen (anoxia) akibat meningkatkan CO₂ dan akumulasi etilen pada media. 2,4-D berfungsi sangat baik dalam menstimulasi pembelahan sel tetapi menghambat organogenesis.

Struktur kalus yang diamati pada *N. reinwardtiana* awalnya terbentuk kalus kompak kemudian setelah 9 Minggu Setelah Perlakuan (MSP), kalus menjadi *friable* (remah) (Gambar 7).

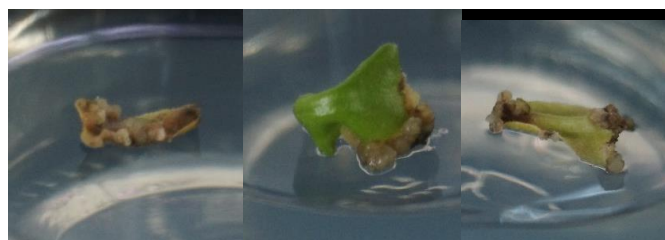




Gambar 7. Kalus *N. reinwardtiana* terbentuk kompak pada 5 Minggu Setelah Perlakuan (MSP) dan menjadi remah pada 9 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

Hal tersebut berbeda dengan jenis *N. ampullaria* yang sejak awal kalus yang terbentuk adalah kalus remah seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8. Pembesaran sel pada induksi kalus meningkatkan plastisitas dinding sel dan pembentukan enzim selulase yang dapat melarutkan selulose dinding sel. Hal ini menyebabkan

oksigen, air, dan mineral lewat mengakibatkan pertumbuhan dan pembesaran sel. Auksin meningkatkan konsentrasi cairan intraseluler dengan mendorong akumulasi struktur materi dan komponen kimia pada sitoplasma (Budisantoso dkk., 2017).



Gambar 8. Kalus *N. ampullaria* terbentuk remah pada 9 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat perbedaan respon pada dua jenis *Nepenthes* yang diberikan perlakuan media yang sama. *Nepenthes ampullaria* yang ditumbuhkan pada media $\frac{1}{2}$ MS yang ditambahkan 1 mg/L 2,4-D dan 0,1 mg/L kinetin dapat membentuk kalus 100% sedangkan pada *N. reinwardtiana* belum didapatkan media perlakuan yang optimal untuk induksi kalus.

REFERENSI

Al-ajlouni, Z., Ajlouni, M., Shatnawi, M., Shibli, R., Makhdmeh, I., Abu-Romman, S., and Al-Ghazawi, A.L. 2012. Callus induction, plant regeneration, and growth on barley

(*Hordeum vulgare* L.). South Western Journal of Horticulture, Biology, and Environment 3(1): 25-39.

Benitez-Garcia, I., Vanegas-Espinoza, P.E., Melendez-Martinez, A.J., Heredia, F.J., Paredez-Lopez, O., dan Villar-Martinez, A.A.D. 2014. Callus culture development of two varieties of *Tagetes erecta* and carotenoid production. Electronic Journal of Biotechnology 17: 107-113.

Budisantoso, I., Amalia, N., Kamsinah. 2017. In vitro callus induction from leaf explants of *Vanda* sp stimulated by 2,4D. Biosaintifika 9(3): 492-497.

[CITES] Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2017. CITES E-

- Appendices 2017.
<https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>. [17 Juli 2018].
- Clarke, C. 1997. *Nepenthes of Borneo*. Sdn.Bhd, Malaysia: Natural History Publications (Borneo). pp. 207
- Clarke, C.M. 2018. *Nepenthes ampullaria* (errata version published in 2019). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018:e.T39640A143958546.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018.1.RLTST39640A143958546.en>. [12 Juli 2019].
- Clarke, C.M. 2018. *Nepenthes reinwardtiana* (errata version published in 2019). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T39692A143963839. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T39692A143963839.en>. [12 Juli 2019].
- Fadilah, R., Ratnasari, E. dan Isnawati. 2014. Induksi dan pertumbuhan kalus daun tin (*Ficus carica*) dengan penambahan berbagai kombinasi konsentrasi IBA dan kinetin pada media MS secara *in vitro*. *LenteraBio* 3(3): 141-146.
- Ibrahim, M.S.D., Hartati, Rr. S. 2017. Peningkatan induksi kalus embriogenik dan konversi embrio somatik kopi robusta klon BP 308. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 4(3): 121-132.
- Isnaini Y., Handini E. 2007. Perkecambahan biji kantong semar (*Nepenthes gracilis* Korth.) secara *in vitro*. *Buletin Kebun Raya Bogor* 10(2): 40-46.
- Isnaini Y. 2009. Perkecambahan Biji Kantong Semar (*Nepenthes Ampullaria* Jack.) pada Berbagai Media *In Vitro* dan di Rumah Kaca. *Prosiding Seminar Peranan Konservasi Flora Indonesia dalam Mengatasi Dampak Pemanasan Global*. Bali, 14 Juli 2009. Hlm. 465-471.
- Isnaini Y. 2013. Perkecambahan *In Vitro* Dua Jenis Kantong Semar (*Nepenthes ampullaria* dan *N. rafflesiana*) Asal Pulau Batam. *Prosiding Seminar Ilmiah Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI) Volume III*. Bogor, 9 Oktober 2013. Hlm. 540-545.
- Mansur, M. 2013. Tinjauan tentang *Nepenthes* (*Nepenthaceae*) di Indonesia. *Berita Biologi* 12(1): 1-7.
- Manzila, I., Hidayat, S.H., Mariska, I., Sujiprihati, S. 2010. Induksi kalus serta regenerasi tunas dan akar cabai melalui kultur *in vitro*. *Jurnal Agrobiogen* 6(2): 65-74.
- Martinez-Zapater, J.M. dan Salinas, J.(Ed.). 1998. *Methods in Molecular Biology Volume 82: Arabidopsis Protocols*. Totowa, New Jersey : Humana Press. pp. 440.
- Mohajer, S., Taha, R.M., Khorasani, A., Yacoob, J.S. 2012. Induction of different types of callus and somatic embryogenesis in various explants of sainfoin (*Onobryhis sativa*). *Australian Journal of Crop Science* 6(8): 1305-1313.
- Rosyidah, M., Ratnasari E. dan Rahayu, Y.S. 2014. Induksi kalus daun melati (*Jasminum sambac*) dengan penambahan berbagai konsentrasi *Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D)* dan *6-Benzylamino Purine (BAP)* pada Media MS secara *in vitro*. *LenteraBio* 3(3): 147-153.
- Setiawati, T., Ayalla, A., dan Witri, A. 2019. Induksi kalus krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) dengan penambahan berbagai kombinasi zat pengatur tumbuh (ZPT). *Jurnal EduMatSains* 3(2): 119-132.

- Sitorus, E.N., Hastuti, E.D. dan Setiari, N. 2011. Induksi kalus binahong (*Basella rubra* L.) secara *in vitro* pada media murashige dan skoog dengan konsentrasi sukrosa yang berbeda. *BIOMA* 13(1): 1-7.
- Syahid, S.F. dan Kristina, N.N. 2007. Induksi dan regenerasi kalus keladi tikus (*Typonium flagelliforme*. Lodd.) secara *in vitro*. *Jurnal Littri* 13(4): 142-146.
- Tanjung, S.P., Damanik, R.I.M dan Siregar L.A.M. 2017. Potensi terbentuknya kalus embriogenik pada beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) toleran terhadap kondisi hipoksia secara *in vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5(3): 546-558.
- Wahyuni D.K., Prasetyo, D., Hariyanto, S. 2014. Perkembangan kultur daun *Aglaonema* sp. dengan perlakuan kombinasi zat pengatur tumbuh NAA dan 2,4-D dengan BAP. *Jurnal Bioslogos* 4(1): 9-16.
- Wahyuni, D.K., Andriani, P., Ansori, A.N.M., dan Utami, E. S. W. 2017. Callus induction of gendarussa (*Justicia gendarussa*) by various concentration of 2,4-D, IBA, and BAP. *Biosaintifika* 9(3): 402-408.
- Yelnititis dan Komar, T.E. 2010. Upaya induksi kalus embriogenik dari potongan daun ramin. Technical Report ITTO CITES Project. Indonesia's Work Programme, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.

Seleksi *In Vitro* Planlet Anggrek Bulan [*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.] yang Diinduksi Larutan Atonik Dalam Keadaan Cekaman Kekeringan

Endang Nurcahyani¹, Sumardi¹, Hardoko Insan Qudus², Sri Wahyuningsih¹, Asma Palupi¹, Sholekhah¹

¹Program Studi Magister Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

²Program Studi Magister Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email: Asmapalupi04@gmail.com

ABSTRACT

[*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.] is an ornamental plant that is much loved by the community because it has a beautiful flower shape and color, in addition it has high economic value. The obstacle in the cultivation of the *P. amabilis* is low humidity and lack of air. The addition of atonic plant growth regulators can increase plant growth. The purpose of this study is to get the best combination that grows in drought stress conditions. The specific characteristics of the plantlet *P. amabilis* observed included the total living orchid plantlet, the visualization of the plantlet. This research was conducted factorial with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 2 factors, namely atonic completion with 3 levels: 0 mL/L, 2 mL/L, 3 mL/L and PEG 6000 with 3 levels: 0%, 5 %, 10%, with 5 replications. The results of this study indicate that the best combination of concentrations is PEG 6000 10% and atonic 0 mL/L

Keyword: atonic, in vitro, drought, *Phalaenopsis amabilis*, PEG 6000

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki berbagai jenis spesies anggrek *Phalaenopsis*, di antaranya *Phalaenopsis bellina*, *Phalaenopsis modesta* dan *Phalaenopsis amabilis*. Spesies – spesies asli tersebut perlu untuk dilindungi sehingga dapat dimanfaatkan dalam pengembangan varietas baru anggrek (Noer, 2012).

Anggrek merupakan tanaman hias yang bernilai estetika tinggi karena bunganya memiliki warna yang menarik, selain itu anggrek dapat dijadikan sebagai tanaman pot maupun tanaman bunga potong (Muhit, 2010). Anggrek juga dapat digunakan untuk campuran pembuatan aneka produk kecantikan dan kesehatan (Virnanto, 2010).

Pada tahun 2014 produksi anggrek sebesar 19.739.627 dan tahun 2015 sebesar 21.514.789 (Anonymous, 2015). Peningkatan produksi anggrek juga perlu diperhatikan mengenai kualitas anggrek itu sendiri seperti penyediaan bibit anggrek yang

berkualitas dan dalam jumlah besar yang sering kali tidak dapat terpenuhi dengan metode perbanyakan konvensional. Oleh karena itu, diperlukan metode perbanyakan yang tepat, efisien dan cepat seperti kultur jaringan yang dapat menghasilkan bibit yang seragam dalam jumlah banyak.

Cekaman kekeringan merupakan satu kendala dalam budidaya tanaman anggrek. Pada berbagai tanaman cekaman kekeringan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan produksi. Cekaman kekeringan merupakan faktor utama penyebab kematian dalam budidaya anggrek. Kekeringan pada tanaman anggrek dapat disebabkan karena kelembaban yang rendah dan ketersediaan air yang kurang (Hendaryono, 2000).

Penggunaan PEG sebagai senyawa selektif untuk mendapatkan tanaman yang tahan terhadap kekeringan pada jeruk keprok batu 55 (Ashari dkk., 2018).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas anggrek bulan dapat dilakukan dengan pemberian Zat Pengatur Tumbuh

(ZPT). Atonik merupakan zat perangsang tumbuhnya akar, mengaktifkan penyerapan unsur hara, meningkatkan keluarnya kuncup dan buah, serta dapat memperbaiki kualitas tanaman (Sumiati, 2001).

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kombinasi konsentrasi yang terbaik antara PEG 6000 dan larutan atonik.

METODE

Penelitian ini dilakukan dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktorial yaitu 3 x 3 dan 5 kali ulangan sehingga jumlah satuan percobaan adalah 45. Tempat penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung selama 3 minggu. Bahan penelitian yang digunakan ialah planlet anggrek bulan [*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.] yang diperoleh dari Umbulharjo, Yogyakarta, alkohol 96% untuk sterilisasi alat, aquades, *Polyethylene Glycol* 6000 (PEG) (0%, 5%, 10%) atonik (0 mL/L, 2 mL/L, 3 mL/L), medium *Vacin dan Went*, Kalium Hidroksida (KOH), Asam Chlorida (HCl), agar, arang aktif, dan bayclin. Peralatan yang digunakan adalah botol kultur, baker glass, alumunium foil, *autoklaf*, *laminar air flow cabinet* (LAF) merek Esco, *hot plate*, pinset, *scalpel*, mata pisau, kertas filter, *erlenmeyer* berukuran 50-100 mL, kertas label, mikropipet, pipet tip, timbangan analitik, tisu, dan kamera Canon.

STERILISASI ALAT

Alat-alat gelas, pinset, pisau, dan cawan petri di autoklaf. Alat dari bahan gelas ditutup dengan plastik, sedangkan alat-alat dari bahan logam dan cawan petri dibungkus menggunakan kertas HVS. Semua alat tersebut disterilisasi dalam autoklaf pada temperatur 121 °C, selama 30 menit.

PERSIAPAN MEDIUM TANAM

Medium yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Vacin* dan *Went* (VW) padat. Pembuatan medium tanam VW sebanyak 1 liter adalah dengan cara memipet sejumlah larutan stok, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 1 liter. Aquades ditambahkan sampai tanda 1 liter, memasukkan 2 gr arang aktif yang telah disaring, dan ph diatur sampai 5,5 dilakukan penambahan KOH 1N atau HCl 1N. larutan tersebut kemudian dipindahkan ke dalam wadah yang lebih besar kemudian ditambahkan agar-agar 7 g/L, sukrosa 30 g/L. larutan medium dipanaskan untuk melarutkan agar-agar (sambil diaduk) sampai mendidih, selanjutnya medium dipanaskan sampai mendidih dan diaduk, kemudian dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak 20 ml/botol. Sterilisasi medium dengan menggunakan autoklaf dengan tekanan 17,5 psi, 121 °C selama 15 menit.

PERSIAPAN MEDIUM SELEKSI

Medium (VW) padat ditambahkan (PEG) 6000 dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, sebelum digunakan (PEG) yang telah dilarutkan dengan akuades pada konsentrasi tertentu disaring menggunakan *syringe filter* yang mempunyai diameter 0,45 µm sebanyak 2 kali dilanjutkan filter berdiameter 0,22 µm satu kali. Penyaringan dilakukan dalam ruang steril didalam LAF Cabinet. Selanjutnya (PEG) ditambahkan ke dalam medium VW. Sebelum digunakan, medium diinkubasi selama 7 hari pada suhu kamar (25°C) untuk memastikan bahwa (PEG) telah tersaring dengan baik apabila dalam waktu 7 hari tidak terjadi kontaminasi pada medium, maka medium dapat digunakan.

PERSIAPAN DAN STERILISASI

Sebelum menanam alat-alat yang akan digunakan terlebih dahulu di sterilisasi

dengan cara membakar alat menggunakan alkohol 96% di atas api bunsen. Planlet direndam dalam aquades steril selama 2 menit lalu direndam lagi dalam aquades yang telah ditambahkan dengan bayclin selama 2 menit. Planlet dibilas dengan menggunakan aquades steril selama 2 menit. Setelah itu dipindahkan kedalam cawan petri yang berisi tisu yang telah disterilisasi.

INDUKSI PLANLET DENGAN LARUTAN ATONIK

Larutan stok atonik dilarutkan terlebih dahulu dengan aquades pada konsentrasi tertentu disaring menggunakan *syringe filter* yang mempunyai diameter 0,45 μm sebanyak 2 kali, dilanjutkan filter berdiameter 0,22 μm satu kali. Penyaringan dilakukan dalam ruang steril di dalam LAF Cabinet. Kemudian larutan atonik diencerkan dengan 3 konsentrasi yaitu 0 mL/L, 2 mL/L, 3 mL/L dan selanjutnya dilakukan perendaman akar planlet anggrek bulan selama 2 menit. Setiap botol kultur ditanam 2 anggrek bulan, sehingga total planlet yang ditanam sebanyak 90 dalam 45 botol kultur pada medium VW dengan penambahan senyawa (PEG). Diinkubasi pada ruangan dengan 1000 lux, 24 jam/hari dari suhu 20°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil seleksi planlet anggrek bulan berdasarkan persentase jumlah planlet hidup dengan kombinasi perlakuan konsentrasi PEG dan larutan atonik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada minggu I dan II konsentrasi PEG 0%, 5%, 10%, dan konsentrasi atonik 0 mL/L, 2 mL/L, dan 3 mL/L jumlah planlet hidup mencapai 100%. *Polyethylene Glycol* (PEG) dapat digunakan sebagai agen penyeleksi

dalam seleksi *in vitro* untuk memperoleh kandidat varian yang tahan terhadap kekeringan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya, penggunaan PEG 6000 dengan konsentrasi 15% pada kacang dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk simulasi toleransi kacang terhadap stres kekeringan untuk mendapatkan varietas yang tahan kekeringan (Rahayu dkk., 2005). PEG 6000 pada konsentrasi 4% dapat digunakan sebagai senyawa selektif tahan terhadap kekeringan pada tanaman jeruk keprok batu 55 (Ashari dkk., 2018). PEG 6000 dapat digunakan untuk simulasi cekaman kekeringan pada tanaman jeruk siam Pontianak (Rosyalina dkk., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Daksa dkk. (2014) bahwa (PEG) 6000 dapat digunakan untuk simulasi cekaman kekeringan pada tanaman padi gogo lokal Tanangge.

Hasil seleksi planlet anggrek bulan berdasarkan persentase visualisasi planlet dengan kombinasi perlakuan konsentrasi PEG dan larutan atonik disajikan pada Tabel 2.

Jumlah planlet pada konsentrasi PEG 0%, 5%, dan 10% yang dikombinasikan dengan atonik pada konsentrasi 0 mL/L, 2 mL/L, dan 3 mL/L pada minggu I sampai minggu II menunjukkan 100% hidup. Pada minggu II planlet yang ditanam pada medium PEG 5-10% menunjukkan adanya perubahan secara visual berwarna hijau dengan bagian ujung daun cokelat atau *browning*, persentase paling tinggi sebesar 80% pada minggu III dengan kombinasi PEG 10% dan atonik 0 mL/L. Planlet yang daunnya berwarna cokelat sebesar 20% pada konsentrasi PEG 10% dan atonik 0%. Penggunaan PEG 6000 sebesar 20% telah meningkatkan jumlah daun yang layu pada tanaman kacang (Rahayu dkk., 2005).

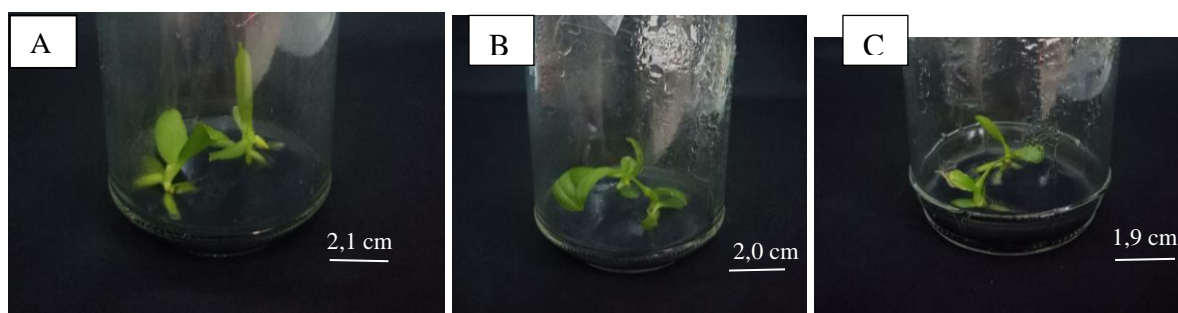
Tabel 1. Jumlah Planlet Hidup pada Kombinasi Perlakuan Konsentrasi PEG dan Atonik

No	Kombinasi perlakuan		Persentase jumlah planlet hidup pada minggu (%)		
	Konsentrasi PEG %	Konsentrasi atonik (mL/L)	I	II	III
1	0	0	100	100	100
		2	100	100	100
		3	100	100	100
2	5	0	100	100	100
		2	100	100	100
		3	100	100	100
3	10	0	100	100	80
		2	100	100	100
		3	100	100	100

Tabel 2. Persentase dan Visualisasi Planlet Hasil Seleksi pada Kombinasi Perlakuan Konsentrasi PEG dan Atonik

Konsentrasi PEG %	Kombinasi Perlakuan		Persentase jumlah planlet pada minggu (%)		
	Konsentrasi Atonik (mL/L)	I	II	III	
0	0	H : 100	H : 100	H : 80 HC : 20	
	2	H : 100	H : 100	H : 60 HC : 40	
	3	H : 100	H : 70 HC : 30	H : 60 HC : 40	
5	0	H : 100	H : 80 HC : 20	H : 30 HC : 70	
	2	H : 100	H : 50 HC : 50	H : 40 HC : 60	
	3	H : 100	H : 100	H : 30 HC : 70	
10	0	H : 100	H : 50 HC : 50	H : 40 HC : 40 C : 20	
	2	H : 100	H : 70 HC : 30	H : 20 HC : 80	
	3	H : 100	H : 70 HC : 30	H : 50 HC : 50	

Keterangan: H = Hijau ; HC = Hijau Cokelat ; C = Cokelat



Gambar 1. Visualisasi Planlet Hasil Seleksi Kombinasi Perlakuan Konsentrasi PEG dan Atonik

Keterangan : A = PEG 0% dan Atonik 0 mL/L
B = PEG 5% dan Atonik 2 mL/L
C = PEG10% dan Atonik 0 mL/L

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa planlet yang semula berwarna hijau kemudian menjadi hijau cokelat pada bagian tertentu, dan *browning* setelah diberi perlakuan dengan PEG. Planlet yang tahan PEG, *browning* hanya terjadi pada bagian ujung daun, sedangkan planlet yang tidak tahan PEG akan mengalami *browning* yang cepat meluas ke seluruh bagian planlet.

Dampak yang ditimbulkan oleh kekeringan adalah berkurangnya perakaran, perubahan sifat daun (bentuk, lapisan epikutikula, warna), dan umur tanaman lebih panjang (Blum, 2002).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan penambahan PEG pada media *in vitro* dapat menghambat pertumbuhan sebagaimana respons tanaman terhadap cekaman kekeringan.

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan konsentrasi PEG dan larutan atonik yang terbaik untuk seleksi planlet anggrek bulan secara *in vitro* adalah PEG 10% dan atonik 0 mL/L.

REFERENSI

- Anonymous. 2015. Produksi Bunga Potong di Indonesia. <http://www.bps.go.id> [09 Agustus 2019].
- Ashari, A. Nurcahyani, E., Qudus H. I., dan Zulkifli. 2018. Analisis Kandungan Prolin Planlet Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus Reticulata* Blanco Var. *Crenatifolia*) Setelah Diinduksi Larutan Atonik Dalam Kondisi Cekaman Kekeringan Secara *In Vitro*. *Jurnal Analit.* 11. 69-78
- Blum, A. 2002. Drought tolerance. Field screening for drought in crop plants with emphasis on rice. Proceeding of an International Workshop on Field Drought Tolerance in Rice. ICRISAT. india.
- Daksa, W. R., Ete, A., dan Adrianton. 2014. Identifikasi Toleransi Kekeringan Padi Gogo Lokal Tanangge Pada Berbagai Larutan PEG. *Jurnal e-J. Agrotekbis* 2 (2) : 114-120
- Hendaryono, D.P.S. 2000. Budidaya Aggrek Dalam Botol. Kanisius Yogyakarta
- Muhit, A. 2010. Teknik penggunaan beberapa jenis media tanam alternatif dan zat pengatur tumbuh pada Anggrek Bulan. *Teknik Pertanian*. 15: 60-62

- Noer, I.R. 2012. Pengaruh Pupuk Organik Guano dan Chitosan terhadap pertumbuhan dan Perkembangan Anggrek *Phalaenopsis* spp [skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Rahayu, E. S., Guhardja, E., Ilyas, S., dan Sudarsono. 2005. Polietilena Glikol (Peg) Dalam Media In Vitro Menyebabkan Kondisi Cekaman Yang Menghambat Tunas Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.). *Jurnal Berk. Penel. Hayati*. 11; 39-48
- Rosyalina, N., Nurcahyani, E., Qudus, H.I., dan Zulkifli. 2018. Pengaruh Larutan Atonik Terhadap Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Jeruk Siam Pontianak (*Citrus nobilis* Lour. var. *microcarpa* Hassk.) Secara *In Vitro*. *Jurnal Analit*. 3; 61-68
- Sumiati, E. 2001. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh terhadap Hasil, Kualitas, dan Umur Simpan Buah Tomat Kultivar Gondol. *Jurnal Hortikultura*. 11: 30-39
- Virnanto. 2010. Prospek dan Mamfaat Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis*). [Http://Matematikacerdas.Wordpress.Com](http://Matematikacerdas.Wordpress.Com). Diunduh Tanggal 9 Januari 2019

Efektivitas Penggunaan LKS Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa

Arif Vivi Aningsih¹, Tri Jalmo², Sunyono³

¹Mahasiswa Magister Keguruan IPA Universitas Lampung,

^{2,3} Staf Pengajar Magister Keguruan IPA Universitas Lampung

¹vivianingsih2014@gmail.com

ABSTRACT

The particular study aimed to determine the effectiveness of the use of worksheet using Problem-based learning in improving students' science process skills. This study used a quasi-experimental design with a pretest and posttest exuival design involving 50 students of grade VII at SMPN 2 Katibung, South Lampung. The students' science process skills were measured by pretest and posttest in the form of multiple-choice tests. Data analysis was performed using the t-test). The results showed that the use of worksheet using Problem-based learning was effective in improving students' science process skills. Based on the results and discussion, the article proposed that the teachers should use PBL-based worksheets consistently to improve the students' science process skills

Keyword : *Problem Based Learning, Science Process Skills, Efektiveness*

PENDAHULUAN

Kunci kesuksesan suatu negara terdiri dari dua hal yaitu ketersediaan Sumber Daya Alam (SDA) dan Sumber Daya Manusia (SDM) yang memadai. Indonesia merupakan suatu negara yang terkenal dengan kekayaan SDA, namun tidak demikian dengan sumber daya manusianya. Rendahnya SDM diduga akibat rendahnya mutu pendidikan di Indonesia (Silalahi, 2010). Penyebab rendahnya kemampuan prestasi siswa disebabkan karena pembelajaran masih berpusat pada guru (*teacher centered*), kemudian kurangnya pemahaman dan kesiapan guru melaksanakan model-model pembelajaran inovatif sehingga guru masih mengajar dengan cara-cara tradisional (Budiastira, 2015).

Proses pembelajaran di sekolah di beberapa negara, berdasarkan hasil PISA dan TIMSS yang masih rendah (termasuk Indonesia) sampai saat ini masih menjadi permasalahan utama. Hasil studi PISA dan TIMSS untuk siswa Indonesia dari tahun ke tahun menunjukkan bahwa trend literasi

sains siswa Indonesia belum menunjukkan perubahan yang signifikan. Peringkat siswa Indonesia di bidang matematika dan sains masih rendah dan masih di bawah skor rata-rata Internasional (Mullis et al., 2016). Hal ini dapat dilihat dari hasil TIMSS tahun 2015 yang menunjukkan bahwa siswa Indonesia berada pada ranking 36 dari 49 negara dalam hal melakukan prosedur ilmiah dalam mata pelajaran sains (OECD, 2016).

Demikian pula hasil PISA pada tahun yang sama menunjukkan bahwa prestasi siswa Indonesia di bidang sains berada pada peringkat 69 dari 76 negara peserta PISA (OECD, 2016). Berdasarkan hasil studi internasional tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam pembelajaran sains tergolong rendah dibandingkan negara-negara peserta TIMSS dan PISA. Banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya kemampuan sains siswa Indonesia tersebut antara lain sistem pendidikan dan kurikulum, metode dan model pembelajaran dari guru, sarana dan fasilitas belajar, sumber belajar, dan bahan ajar.

Sesuai dengan hakekat dari Sains (IPA), maka proses pembelajaran IPA yang berlangsung idealnya harus bertumpu pada proses ilmiah yang memberikan pengalaman kepada siswa untuk menemukan pengetahuan. Proses ilmiah yang dimaksud merupakan proses yang melibatkan berbagai keterampilan proses sains (Towle, 1989: 16-31).

Keterampilan proses sains (KPS) adalah keterampilan yang mengarahkan siswa untuk menemukan suatu pengetahuan, memerlukan suatu keterampilan mengamati, melakukan eksperimen, menafsirkan data mengomunikasikan gagasan dan sebagainya. Keterampilan-keterampilan tersebut dapat digunakan untuk menemukan pengetahuan alam yang kemudian disebut keterampilan proses IPA. KPS terdiri atas keterampilan-keterampilan dasar (*basic skills*) dan keterampilan-keterampilan terintegrasi (*integrated skills*). Keterampilan-keterampilan dasar meliputi enam keterampilan, yakni: mengobservasi, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan, mengomunikasikan. Keterampilan-keterampilan terintegrasi terdiri atas: mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam bentuk grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisis penelitian, menyusun hipotesis, mendefinisikan variabel secara operasional, merancang penelitian dan melaksanakan eksperimen (Dimiyati dan Mudjiono, 2009).

Keterampilan proses sains dapat dijadikan solusi alternatif untuk meningkatkan efektivitas proses pembelajaran IPA, sebab pembelajaran berorientasi pada keterampilan proses sains akan selalu melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial yang jika diintegrasikan dalam satu kesatuan pembelajaran, maka akan terbentuk tiga dimensi keterampilan yaitu, keterampilan dasar, kemudian diikuti dengan keterampilan mengumpulkan

data/mengolah/ memproses, dan yang tertinggi yaitu keterampilan melakukan investigasi atau bereksperimen (Bryce et al., 1990: 2). Perkembangan KPS memungkinkan siswa mendapatkan keterampilan yang diperlukan untuk memecahkan masalah sehari-hari (Aydoğdu et al., 2014). Siswa yang belajar menggunakan KPS akan memiliki sikap positif terhadap sains. Oleh sebab itu, pembelajaran yang menekankan KPS sangat penting untuk menciptakan melek Sains pada siswa (Espinosa, et al., 2013).

Rendahnya KPS siswa Indonesia tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Anam (2014) yang telah melakukan penelitian terhadap sejumlah siswa perwakilan dari 30 Madrasah Ibtidaiyah di Kabupaten Sumedang. Hasil penelitian Anam tersebut menunjukkan bahwa empat (4) jenis KPS siswa yakni mengamati, merencanakan percobaan, mengklasifikasikan, dan membuat table, rata-rata berada pada kategori kurang mahir, serta tidak mahir pada keterampilan menyimpulkan. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Sukarno dkk. (2013) melaporkan bahwa KPS siswa SMP di Jambi pada keterampilan membuat kesimpulan, mengobservasi, memprediksi, mengukur dan mengklasifikasi masih tergolong rendah. Rendahnya KPS siswa tersebut ditengarai karena proses pembelajaran yang berlangsung tidak melatih siswa untuk mengembangkan keterampilan proses mereka. Oleh sebab itu, dirasa perlu melakukan penelitian pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara signifikan.

Salah satu materi yang dekat dengan siswa adalah materi pencemaran lingkungan. Materi pencemaran lingkungan adalah materi yang kontekstual dan erat kaitannya dengan permasalahan dunia nyata sehingga model pembelajaran yang dapat digunakan adalah model *Problem Based Learning* (PBL). PBL merupakan sebuah model

pembelajaran yang menyajikan berbagai permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari siswa (bersifat kontekstual) sehingga merangsang siswa untuk belajar (Direktorat Pendidikan Menengah Umum, 2004). Dengan model ini siswa dapat dilatih kerja sama dalam kelompok untuk mencari solusi masalah yang dihadapi sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dengan menganalisis dan memecahkan masalah yang kompleks (Akca, 2009).

Pelaksanaan pembelajaran dengan model PBL akan mampu meningkatkan KPS bila digunakan alat bantu pembelajaran berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) yang disusun oleh guru itu sendiri (Aisyah, dkk., 2017). Oleh sebab itu, dalam penelitian ini, digunakan LKS berbasis PBL dalam membelajarkan materi Pencemaran Lingkungan. LKS berbasis PBL merupakan alat bantu dalam pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam menemukan dan menghubungkan konsep dengan bantuan guru sebagai fasilitator pada pelaksanaan pembelajaran (Aisyah, dkk., 2017). Peneliti-penelitian lain juga mengungkapkan hal yang sama. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Arafah dkk., (2012) menemukan bahwa LKS yang digunakan dalam pembelajaran dapat meningkatkan kinerja siswa. Selanjutnya Prasetyo & Emusti (2011) melaporkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara keterampilan proses (kerja ilmiah), sikap ilmiah, dan LKS terhadap hasil belajar IPA terpadu. Kemudian, Widayanto (2009) mengatakan bahwa faktor penting dalam peningkatan keterampilan proses sains (kerja ilmiah) adalah keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran, memecahkan masalah, dan melakukan penyelidikan.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan di atas, maka peneliti tertarik

untuk melakukan penelitian tentang “efektivitas penggunaan LKS berbasis *Problem Based Learning* pada materi pencemaran lingkungan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Dengan pembelajaran menggunakan LKS berbasis PBL tersebut diharapkan siswa akan lebih mudah memahami materi yang sedang dipelajari, menemukan sendiri konsep yang sedang dipelajari, dan dapat memecahkan masalah secara sistematis dan mandiri. Dengan demikian KPS siswa dapat dicapai secara maksimal.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian quasi eksperimen dengan desain pretest dan posttest ekuivalen bertujuan untuk mengetahui perbandingan peningkatan keterampilan proses sains siswa antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan LKS berbasis PBL dengan siswa yang pembelajarannya dilaksanakan dengan menggunakan LKS konvensional. Pembelajaran dengan LKS konvensional yang dimaksud adalah pembelajaran dengan LKS yang biasa dilakukan oleh guru selama ini, yaitu LKS berbasis ceramah, latihan soal, dan penugasan.

Populasi pada penelitian ini adalah Kelas VII di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Katibung Lampung Selatan. Pemilihan sampel penelitian menggunakan teknik purposive sampling terpilih 2 kelas, kelas VIIC sebagai kelas eksperimen dan kelas VIID sebagai kelas kontrol yang masing-masing berjumlah 25 orang.

Sebelum pembelajaran berlangsung, pada setiap kelas dilakukan *pretest* dan pada akhir pembelajaran dilakukan *posttest* untuk melihat pencapaian keterampilan proses sains siswa. Rancangan penelitian ini dapat digambarkan sebagaimana (Tabel 1) berikut:

Tabel 1. Rancangan Penelitian dan Jumlah Siswa.

Group	Subjek	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen (LKS Berbasis PBL)	R1	O1	X	O2
Kontrol (LKS Konvensional)	R2	O1	C1	O2

Keterangan:

- R1 = Siswa pada kelas eksperimen dengan pembelajaran menggunakan LKS berbasis PBL (dipilih secara acak) dengan jumlah siswa sebanyak 25 orang
- R2 = Siswa pada kelas kontrol dengan pembelajaran menggunakan LKS konvensional dengan jumlah siswa 25 orang.
- O1 dan O2 = *pretest* dan *posttest* yang berfungsi untuk mengukur keterampilan proses sains
- X = pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan LKS berbasis PBL.
- C1 = pelaksanaan pembelajaran tanpa menggunakan LKS konvensional

Instrumen yang digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains berbentuk tes pilihan jamak sebanyak 20 butir soal yang telah diuji terlebih dahulu melalui uji validitas dan reliabilitas. Hasil uji validitas dan reliabilitas menunjukkan bahwa soal tes memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi, sehingga dapat digunakan dalam penelitian.

Pencapaian KPS ditentukan melalui skor N-gain yang dicapai siswa yaitu selisih antara skor *posttest* dan *pretest* (Hake, 2002).

$$n\text{-Gain} = \frac{\text{nilai postes} - \text{nilai pretes}}{\text{Nilai maksimum} - \text{nilai pretes}}$$

Selanjutnya data tersebut dianalisis dengan membandingkan antara skor N-gain yang diperoleh siswa kelas eksperimen dengan skor N-Gain dari siswa kelas kontrol menggunakan analisis perbedaan rata-rata (uji-t).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas penggunaan LKS berbasis PBL diukur berdasarkan analisis pengaruh pembelajaran terhadap peningkatan KPS dengan melihat ketercapaian N-gain untuk masing-masing indikator. Hasil tes KPS siswa setelah pembelajaran baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dapat dilihat pada (Tabel 2) berikut:

Tabel 2. Nilai *N-Gain* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas	Rata-rata Pretes	Rata-rata Postes	<i>n-Gain</i>	Kriteria
Eksperimen	46,80	79,60	0,62	Tinggi
Kontrol	47,20	69,80	0,43	Rendah

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa rata-rata N-Gain kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Skor N-Gain yang diperoleh sesuai dengan perbedaan nilai dari jawaban pretes dan postes siswa pada kelas eksperimen dan kontrol. Hal ini karena adanya perbedaan perlakuan dari kedua kelas tersebut. Kenyataan ini menunjukkan bahwa KPS

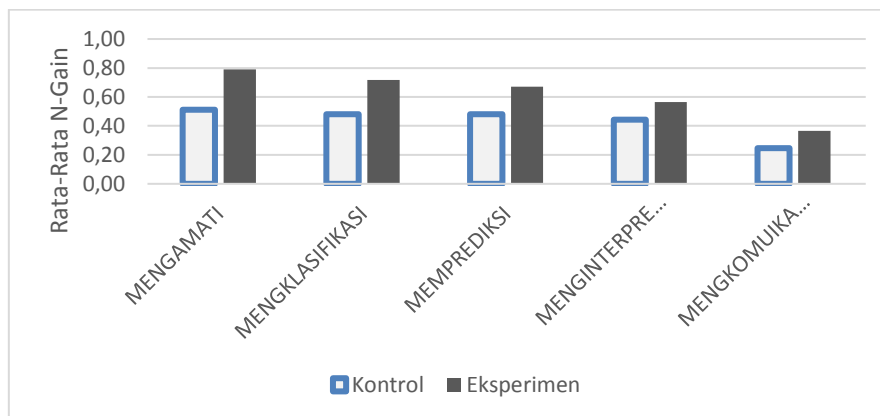
siswa pada kelas eksperimen yang menggunakan LKS berbasis PBL lebih tinggi daripada kelas kontrol yang menggunakan LKS biasa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan LKS berbasis PBL efektif untuk meningkatkan KPS siswa.

Berdasarkan kriteria uji maka terima H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa nilai pretes yang diperoleh dari kelas eksperimen dan

kelas kontrol berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Selanjutnya uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji *Levene Statistic* dengan taraf signifikansi (α) 0,05. Hasil uji homogenitas diperoleh nilai *sig.* sebesar 0,361. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas sampel penelitian tersebut diperoleh bahwa nilai *sig.* > 0,05 berarti terima H_0 . Berdasarkan

kriteria uji maka terima H_0 yaitu *n-Gain* pada kelas kontrol dan eksperimen mempunyai nilai varians yang homogen. Selanjutnya, hasil uji normalitas dan homogenitas tersebut, selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan uji perbedaan dua rata-rata (*uji-t*). Data hasil uji-*t* menggunakan *independent sample t-test* dapat disajikan dalam Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Ketercapaian N-Gain Untuk Masing-Masing Indikator pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

Gambar 1. tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan KPS siswa setelah diterapkan pembelajaran dengan menggunakan LKS berbasis PBL lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Dibandingkan dengan kelas kontrol yang pembelajarannya menggunakan LKS konvensional, nampaknya pembelajaran pada kelas eksperimen, penggunaan LKS berbasis PBL pada pembelajaran materi Pencemaran Lingkungan hasilnya jauh lebih baik daripada pembelajaran pada

kelas kontrol. Peningkatan kemampuan KPS siswa pada kelas kontrol hanya mencapai rata-rata N-gain 0,43 dan skor N-gain tersebut lebih kecil bila dibandingkan dengan perolehan skor N-Gain kemampuan KPS pada kelas eksperimen dengan perolehan nilai rata-rata sebesar 0,62. Hal ini menunjukkan bahwa KPS siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Rata-rata N-Gain untuk kedua kelas tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji-T Nilai *N-Gain* Menggunakan *Independent Sample T-Test*

Kelas	n	Rata-rata	Df	t_{hitung}	P (Sig. (2-tailed))	Keputusan
Eksperimen	25	0,62	48	2,184	0,034	Terima H_0
Kontrol	25	0,43				

Hasil uji perbedaan dua rata-rata (Tabel 3) menunjukkan bahwa nilai *sig(2-tailed)* sebesar 0,034 atau *sig* < 0,05 berarti terima

H_0 , sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata *N-Gain* KPS siswa pada materi Pencemaran Lingkungan dengan menerapkan

penggunaan LKS berbasis PBL dalam pembelajaran IPA Kelas VII berbeda dengan rata-rata *N-Gain* KPS siswa dengan pembelajaran menggunakan LKS konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi penggunaan LKS berbasis PBL dalam pembelajaran IPA berpengaruh dan efektif dalam meningkatkan KPS siswa pada materi Pencemaran Lingkungan.

Berdasarkan hasil analisis rata-rata *N-Gain* yang diperoleh baik pada siswa kelas kontrol maupun kelas eksperimen menunjukkan bahwa ada peningkatan KPS siswa yang signifikan antara sebelum dan sesudah pembelajaran. KPS siswa kelas eksperimen berada pada kriteria *N-Gain* 'tinggi' dan kelas kontrol pada kriteria 'sedang'.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL yang dirangkai ke dalam bentuk LKS dapat meningkatkan pencapaian setiap indikator KPS siswa. Hal ini disebabkan pembelajaran dengan menggunakan model PBL mendorong siswa agar memiliki rasa ingin tahu, meningkatkan motivasi, dan meningkatkan kerja sama diantara anggota kelompok. Hal ini sesuai dengan penelitian Toman et al. (2013) bahwa PBL lebih mengaktifkan siswa dan meningkatkan keberhasilan pembelajaran. Selain itu, pembelajaran dengan model PBL menurut Akcay (2009) dapat meningkatkan kemampuan berkomunikasi baik tertulis maupun lisan. Ketika siswa mampu berkomunikasi secara tertulis dan lisan, maka ia akan terlatih dalam mengemukakan dan mengembangkan ide atau gagasan kreatifnya, sehingga dapat meningkatkan KPS siswa tersebut. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa pembelajaran PBL yang dirangkai ke dalam bentuk LKS efektif untuk meningkatkan KPS siswa.

Merujuk pada hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tingkat penguasaan KPS oleh siswa pada kriteria "tinggi" untuk kelas eksperimen dengan pencapaian KPS terbaik pada indikator mengamati dan mengklasifikasi dengan

kriteria "tinggi" dan indikator interpretasi, prediksi, dan komunikasi mendapat tingkat pencapaian paling rendah dengan kriteria "rendah". Hasil ini mengindikasikan bahwa pada pembelajaran menggunakan LKS berbasis PBL, siswa telah mampu memahami materi Pencemaran Lingkungan melalui latihan soal keterampilan proses sains. Menurut Dirks, et al (2006) keterampilan proses sains dapat diajarkan kepada siswa berupa latihan membuat grafik, menganalisis data, membuat desain penelitian, menulis karya ilmiah, dan diskusi ilmiah. Menurut Buntod, et al (2010) pembelajaran dengan KPS harus dibiasakan dengan tujuan memunculkan individu yang dapat melakukan penelitian, mengajukan pertanyaan, mencapai pengetahuan ilmiah dengan menggunakan pemikiran ilmiah, dan bahkan menggunakan pengetahuan untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pembelajaran menggunakan LKS berbasis PBL cocok untuk dijadikan alternatif

Kemampuan mengklasifikasikan data, berdasarkan hasil tes tertulis berada pada kriteria sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa pada kelas eksperimen tentang jenis-jenis pencemaran dan penyebabnya baik, sehingga siswa mampu menggolongkan jenis-jenis pencemaran dan penyebabnya secara benar. Hal ini didukung pula oleh materi yang diajarkan, yaitu jenis-jenis pencemaran air, tanah, dan udara, sehingga siswa dapat mengeksplorasi langsung macam-macam pencemaran tersebut dan penyebabnya dalam menemukan jawaban dari pertanyaan yang diajukan. Berbeda dengan kelas control, dimana pencapaian KPS yang diperoleh untuk masing-masing indikator yang diteliti berada pada kategori "sedang" dan bahkan pada indikator mengkomunikasikan berada pada kategori "rendah". Hasil ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Warianto (2011: 14), keterampilan mengklasifikasikan penting dikembangkan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi suatu permasalahan. Pie

(dalam Johnstone dan Robinson. 2012: 2) yang menyatakan bahwa komunikasi didasarkan pada nilai-nilai simbolik dan dengan proses pengekspresian yang berbeda-beda seperti kata, suara, bahasa tubuh, tulisan dan gambar. Semua diakumulasi menjadi pengalaman dan ditransmisikan antara individu, generasi, zaman, ras, dan budaya dalam beberapa bentuk seperti berbicara, menulis, bahasa tubuh atau simbol. Analisis untuk indikator kemampuan mengomunikasikan data ke dalam bentuk grafik oleh siswa baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol menunjukkan hasil yang belum baik. Hal ini sekaligus menunjukkan pemahaman siswa mengenai suatu data tentang sistem pencemaran, akibat, dan dampaknya pada manusia masih berkategori rendah, sehingga siswa belum mampu mengubah bentuk suatu data yang ditampilkan ke dalam suatu pernyataan tertulis sebagai suatu kesimpulan dengan tidak mengubah maknanya.

Pada uji perbedaan dua rata-rata untuk rata-rata nilai *N-Gain* KPS siswa pada kelas kontrol dan eksperimen diperoleh bahwa rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata *N-Gain* kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran IPA dengan menggunakan LKS berbasis PBL dapat meningkatkan KPS siswa yang lebih baik dibandingkan pembelajaran dengan menggunakan LKS konvensional yang biasa digunakan guru IPA di SMPN 2 Katibung. Hasil uji juga menunjukkan bahwa rata-rata *N-Gain* KPS siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol berbeda secara signifikan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arafah dkk. (2012) yang menyatakan bahwa LKS yang digunakan dalam pembelajaran dapat meningkatkan kinerja ilmiah siswa yang berarti KPS siswa dapat ditingkatkan. Penelitian Widayanto (2009) mengatakan bahwa faktor penting dalam peningkatan keterampilan proses sains (kerja ilmiah) adalah keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran, memecahkan masalah, dan melakukan penyelidikan, serta

pencapaian tersebut akan lebih maksimal jika dilaksanakan dengan bantuan LKS yang melatih KPS pada siswa

Keunggulan penggunaan PBL dalam pembelajaran telah banyak dibuktikan dengan beberapa penelitian baik nasional maupun internasional. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tandogan & Orhan (2007) penerapan model pembelajaran berbasis masalah dapat memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Purba (2015) memperoleh hasil bahwa model pembelajaran PBL dapat meningkatkan pemahaman konsep awal KPS siswa. Selain itu penelitian Wirda dkk (2015) menyimpulkan bahwa penerapan model PBL dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan motivasi belajar siswa. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan KPS siswa melalui pembelajaran berbasis PBL.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan LKS berbasis *Problem Based Learning* memiliki tingkat keefektivan yang tinggi dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Temuan penelitian ini berimplikasi terhadap pelaksanaan pembelajaran IPA di sekolah dalam membantu siswa memahami konsep-konsep IPA yang sesuai dengan hakekat IPA. Dengan demikian, diharapkan guru-guru IPA dapat mengimplementasikan dan mengembangkan LKS berbasis PBL tersebut dalam pembelajaran IPA di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah R., Fitri N.A., & Yunita. 2017. Penggunaan Lembar Kerja Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. *Jurnal Tadris Kimiya*. Vol.2 No.1.Hal. 116-123

- Akcay, B. 2009. Problem Based Learning in Science Education. *Journal Of Turkish Science Education*, 6 (1), 27-36.
- Anam, R. S., 2014. Analisis Keterampilan Proses sains Siswa Madrasah Ibtidaiyah di Kabupaten Sumedang (Science Skills Process Analysis of Madrasah Ibtidaiyah Students in Sumedang Regency). Prosiding Konferensi Pendidikan Dasar SPs UPI 20. Hal. 274 - 282.
- Arafah, S. F., Priyono, B., dan Ridlo, S. 2012. Pengembangan LKS Berbasis Berpikir Kritis Pada Materi Animalia. *Unnes Journal of Biology Education*, 1 (1):47-53
- Aydođdu, B., Erkol, M., And Erten, N. 2014. "The Investigation Of Science Process Skills Of Elementary School Teachers In Terms Of Some Variables: Perspectives From Turkey". Asia-Pacific Forum On Science Learning And Teaching. 5(1). Available on: <https://www.eduhk.hk>. Access: Agustus 5, 2017.
- Bryce, T.G.K., J. McCall., J. MacGregor., I.J. Robertson., & R.A.J., Weston. 1990. Techniques For Assessing Process Skills In Practical Science: Teacher's Guide. London, Oxford: Heinemann Educational Books.
- Budiastra, dkk. 2015. "Pengaruh Model Kooperatif Tipe GI (Group Investigation) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA". *E-Journal PGSD Universitas Pendidikan Ganesha*. Jurusan PGSD Vol: 3 No: 1 Tahun 2015.
- Buntod, P. C., Suksringam, P., & Singseevo, A. 2010. Effects of learning environmental education on science process skills and critical thinking of mathayomsuksa 3 students with different learning achievements. *Journal of Social Sciences*, 6(1), 60-63.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Rineka Cipta. Jakarta
- Dirks, Clarissa. dan Cunningham, Matthew. 2006. —Article Enhancing Diversity in Science: Is Teaching Science Process Skills the Answer?!. *CBE—Life Sciences Education. Journal*. Vol. 5, 218 –226, Fall 2006.
- Espinosa, A. A., Monterola, S. L. C., & Punzalan, A.E. 2013. Career-oriented performance tasks in chemistry: Effects on students' integrated science process skills. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 8(2), 211-226.
- Hake, R. R. 2002. Reliationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanis with Gender, High School Physics, and Pretest Score on Mathematics and Spatial Visualization. *Physics Education Research Conference*.
- Johnstone, F. & W. Robinson. 2012. An Instrument For Assesing Communication Skills of Healthcare and Human Services Students. *The Internet Journal of Allied Health Science and Practice*. Vol. 10. No. 4. pp 2-3. Available on: <http://jahsp.nova.edu/articles/Vol10Num4/pdf/Johnston.pdf>. Access: November 16, 2016.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2015). *PIRLS 2016 Assessment Framework* (2nd ed.). Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/pirls2016/framework.html>
- OECD. 2016. Education at a Glance.OECD Indicators. OECD Publishing. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en>. Access: December, 20th. 2017.
- Prasetyo, A. & Emusti R. 2011. Konsep Urgensi dan Implementasi pendidikan Karakter di Sekolah. Tersedia dalam <http://edukasi.kompasiana.com/2011/05/27/konsep-urgensi-dan-implementasi-pendidikan-karakter-disekolah/>

- Purba, F.J. 2015. Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) Dengan Pemahaman Konsep Awal Terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol. 4 No. 2.
- Silalahi, U. 2010. *Metode Penelitian Sosial*. Refika Aditama. Jakarta.
- Sukarno, Permanasari, A., dan Hamidah, I., 2013. The Profile of Science Process Skills (SPS) Students at Secondary High School (Case Study in Jambi). *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*. Vol. 1(1). Available on: www.ijser.in. Access: April 12, 2016.
- Tandogan, R. O, dan Orhan, A. 2007. The Effect of Problem – Based Active Learning in Sience Education on Student ‘Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Online submission*, 3 (1) 71 – 81.
- Töman, U., Akdeniz, A. R., Odabasi Çimer, S., & Gürbüz, F. 2013. Extended Worksheet Developed According to 5E Model Based on Constructivist Learning Approach. *Online Submission*, 4(4), 173-183. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED566964.pdf>
- Towle, A. 1989. *Modern Biology (Keterampilan Proses: Bagaimana Mengaktifkan Siswa dalam Belajar = Process Skills: How to Activate Students in Learning)*. Jakarta: Grasindo Press.
- Wariato, C. 2011. *Biologi Sebagai Ilmu (Biology As a Science)*. Available on: http://skp.unair.ac.id/repository/guruindonesia/biologiSebagaiIlmuChaidarWariato_2_5.pdf. Access: Oktober 2015.
- Wirda, Haji A.G dan Khadun I. 2015. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, Vol. 03, No. 02, hal 131-142. <http://journal.unsiyan.ic.id/jpsi>.
- Widayanto. 2009. Pengembangan Keterampilan Proses dan Pemahaman Siswa Kelas X melalui Kit Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika Ind.* Vol. 5 (1).

Biodiversitas Kupu-Kupu (Lepidoptera: Papilionoidea) Di Kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Utara

Hasni Ruslan^{1*)}, Dwi Andayaningsih², Yeremiah R. Camin³

¹Universitas Nasional, Ps Minggu, Jakarta, Indonesia 12520

Email: hasni_ruslan@yahoo.co.id

ABSTRACT

There are only few research about butterflies in Nature Recreational Park Angke Kapuk Jakarta Utara. Butterflies have an important role as pollinator, bioindicator of nature changes. Aim of this study is to investigate biodiversity of butterflies (Lepidoptera) in Nature recreational Park Angke Kapuk Jakarta. This study was held in Agustus 2018. Purposive sampling was used as method with bug net and digital camera. Study was divided into three occasions, each has different plot. Result: We found 104 butterflies from 4 famili dan 13 butterfly species. Family that had been found are Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae and Lycaenidae. Famili that has greatest number of genus and species is Nymphalidae. Butterflies that have been found with low number are Papiliodemoleus, Eupleamulciber, Elymniashyperminestra, Junoniahedonia and Polyrahehe. Butterflies that have been found with high number is Zizina Otis. Butterfly diversity index in this are is low (1,3), index of evenness is moderate (0.5). Plant diversity index is low (0.7) and index of evenness is low (0.2). We found strong correlation between butterfly and plant. Enviromental factors measurement showed that this location has meet butterfly development criteria.

Keywords: biodiversity, butterfly, dominant, diversity, evenness, correlation.

PENDAHULUAN

Salah satu kelompok makhluk hidup, yang diketahui banyak berperan dalam kehidupan ekosistem adalah serangga. Dalam ekosistem serangga secara khusus tidak hanya memberikan manfaat dari segi ekonomi, namun juga bermanfaat secara sosial budaya (European Commission 2015). Berbagai bentuk manfaat serangga seperti hasil panen yang baik (Kremen *et al.* 2007). Selain berperan dalam proses penyerbukan, serangga juga berperan dalam menjaga keseimbangan ekologis. Oleh karena itu serangga penyerbuk kerap kali disebut sebagai spesies penting dalam mendukung kestabilan berbagai

penyerbukan, penghasil produk bermanfaat, dan pengurai (dekomposer).

Keberadaan ekosistem yang sangat penting terutama bagi produksi tanaman adalah proses penyerbukan yang disediakan oleh serangga penyerbuk (EASAC. 2015). Sebanyak tiga per empat tanaman pangan membutuhkan bantuan serangga penyerbuk dalam proses penyerbukan untuk mendapatkan ekosistem (Benadi *et al.* 2012). Kupu-kupu merupakan salah satu kelompok serangga yang berperan sebagai serangga penyerbuk. Salah satu studi penelitian menunjukkan bahwa, beberapa jenis tanaman hortikultur yang diserbuki oleh beberapa kelompok serangga, termasuk

kupu-kupu sebanyak 4 % (Kremen *et al.* 2007, Brittain *et al.* 2013). Selain itu kupu-kupu juga berperan sebagai indikator perubahan habitat (Ruslan, 2012)

Melihat pentingnya peran serangga dalam suatu ekosistem, diperlukan upaya pengelolaan lingkungan yang baik, guna menjaga kestabilan keanekaragaman serangga seperti kupu-kupu di suatu ekosistem. Lokasi Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Utara, merupakan salah satu kawasan potensial yang diduga memiliki keanekaragaman makhluk hidup salah satunya kupu-kupu. Penelitian keanekaragaman kupu-kupu di lokasi ini masih belum ada publikasi. Hal inilah yang melatar belakangi dilakukan penelitian ini. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait biodiversitas kupu-kupu di Taman Wisata Alam Mangrove Angke Kapuk Jakarta.

METODE

Bahan dan Alat, yang digunakan dalam penelitian ini adalah, *Sweeping net*, *4 in 1 environment tester*, *GPS*, Kamera digital, Kertas papilot, dan buku identifikasi



a



b



c

Gambar 1. Penelitian pertama pada plot a,b,c

Analisis Data

Indeks yang digunakan adalah Indeks similaritas (IS), indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H').

Cara Kerja Penelitian kupu-kupu.

Penelitian kupu-kupu dilakukan dengan metode *purposive sampling*, pada plot-plot yang telah ditentukan. Penelitian dilakukan tiga kali. Penelitian dilakukan pada tiga lokasi, pada setiap lokasi dibuat tiga plot (Gambar 1). Pengamatan kupu-kupu dilaksanakan pada pagi hari (pukul 08.00 WIB -13.00 WIB) dengan mendata setiap spesies yang terdeteksi serta jumlahnya. Kupu-kupu yang belum diketahui jenisnya akan dibawa ke Laboratorium Zoologi Universitas Nasional untuk dilakukan preservasi dan identifikasi. Selama pengamatan kupu-kupu dilakukan pengukuran parameter lingkungan, meliputi kelembaban udara (%), suhu udara ($^{\circ}C$), intensitas cahaya, kecepatan angin, dan ketinggian tempat (m dpl).

Penelitian Tumbuhan

Penelitian tumbuhan dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Jenis yang sudah diketahui akan dicatat, sedangkan yang belum diketahui akan dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

Selain itu dihitung indeks kemerataan dengan rumus ekuitabilitas, indeks korelasi s untuk melihat adanya hubungan kupu-kupu dan tumbuhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi kupu-kupu

Hasil penelitian biodiversitas kupu-kupu (Lepidoptera) di Kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Utara, ditemukan 106 individu dari 4 famili dan 13 spesies kupu-kupu. Empat famili tersebut diantaranya Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, dan Lycaenidae. Sedangkan spesies dan jumlah individu kupu-kupu yang ditemukan Tabel 1.

Pada Tabel 1, dapat terlihat spesies kupu-kupu yang ditemukan dengan jumlah yang rendah adalah *Papilio demoleus*, *Euplea mulciber*, *Elymnias hyperminestra*, *Junonia hedonia* dan

Polyra hebe. Sedangkan Spesies kupu-kupu yang ditemukan dalam jumlah tinggi adalah *Zizina otis* dengan jumlah 73 individu, dan *Danaus affinis* jumlah individu 9. *Zizina otis* (Gambar 2) merupakan salah satu jenis kupu-kupu yang berasal dari famili Lycaenidae. Spesies ini tersebar di berbagai wilayah tropis seperti Afrotropical, oriental, dan wilayah Australia. Memiliki kemampuan beradaptasi yang baik terhadap lingkungan, spesies ini dapat berinteraksi dengan berbagai inang (*Yago et al.* 2008). Maka memungkinkan untuk menemukan spesies ini dalam jumlah yang tinggi. *Zizina Otis* diketahui berinteraksi dengan berbagai legum.

Tabel 1. Kelimpahan kupu-kupu yang ditemukan di Kawasan Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Utara.

No	Nama Famili	Nama Spesies	Pengamatan 1	Pengamatan 2	Pengamatan 3
1	Papilionidae	Papilio demoleus	1	0	0
2	Pieridae	Catopsilia pomona	2	1	0
3		Eurema hecabe	2	0	0
4	Nymphalidae	Arhopala pseudocentaurus	1	2	0
5		Danaus affinis	1	9	0
6		Euploea mulciber	1	0	0
7		elymnias hypermnestra	1	0	0
8		Hypolimas bolina	0	3	0
9		Junonia atlites	4	0	0
10		Junonia hedonia	1	0	0
11		Polyra hebe	1	0	0
12		Hypolycaena erylus	1	2	0
13	Lycaenidae	Zizina otis	72	0	1
Subtotal			88	17	1
TOTAL			106		



Gambar 2. *Zizina otis*

Danaus affinis merupakan salah satu spesies yang termasuk ke dalam famili Nymphalidae (Gambar 3). Spesies ini banyak ditemukan di berbagai wilayah Asia tenggara. Spesies ini memiliki karakter khusus yaitu, memiliki

kandungan racun yang terdapat pada tubuhnya. Racun ini merupakan racun yang didapatkan dari Pyrrolizidine alkaloids yang didapatkan dari tumbuhan pakan (Butterflies of Australia). Hal ini diduga dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi keberlangsungan keberadaan spesies ini di suatu wilayah.



Gambar3. *Danaus affinis*

Jumlah spesies terbanyak ditemukan pada famili Nymphalidae. Dan jumlah spesies terendah ditemukan pada Papilionidae. Nymphalidae merupakan famili kupu-kupu dengan jumlah spesies tertinggi. Selain itu, sebagian besar spesies pada famili ini diketahui memiliki kisaran inang yang luas (polifag), sehingga memungkinkan untuk ditemukan di banyak habitat (Panjaitan, 2011).

Keberadaan serta jumlah individu kupu-kupu erat kaitannya dengan berbagai faktor seperti keberadaan pakan,

habitat yang kondusif untuk hidup serta melakukan aktifitas seperti *mating*. Kupu-kupu pada umumnya menyukai habitat terbuka dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi (Severns, 2008; Sulistyani, 2013; Widhiono 2015). Selain itu, keberadaan dan jumlah pakan yang tinggi juga berpengaruh erat dengan keberadaan dan jumlah kupu-kupu pada suatu wilayah (Sulistyani, 2013; Islam *et al.* 2015; Nidup 2016).

Indeks keanekaragaman kupu-kupu yang ditemukan pada penelitian ini adalah 1.3, sedangkan indeks kemerataan kupu-kupu sebesar 0.5. Indeks keanekaragaman yang diketahui, menunjukkan bahwa keanekaragaman kupu-kupu di Kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Utara, tergolong rendah. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada saat pengambilan sampel, diketahui bahwa keberadaan predator yaitu burung (Gambar 4), ditemukan dalam jumlah yang cukup tinggi. Hal ini diduga sebagai salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terbatasnya jumlah spesies maupun individu yang ditemukan. Sedangkan indeks kemerataan yang didapatkan menunjukkan bahwa kemerataan tergolong sedang.



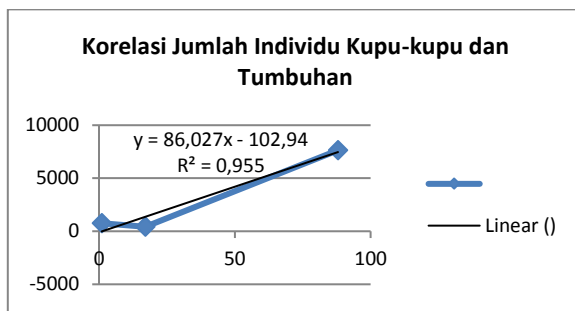
Gambar 4. Beberapa burung yang ditemukan di lokasi penelitian.

B. Komposisi tumbuhan

Berdasarkan jumlah tumbuhan yang ditemukan, diketahui bahwa indeks keanekaragaman tumbuhan sebesar 0.7 yang termasuk kategori keanekaragaman

rendah. Rendahnya indeks keanekaragaman tumbuhan dapat berkorelasi dengan rendahnya keanekaragaman kupu-kupu yang didapatkan pada penelitian ini. Hal ini

ditunjukkan oleh hasil analisis korelasi ($R= 0.98$), yang menunjukkan hubungan yang kuat antara kupu-kupu dan tumbuhan (Table lampiran 3). Tingginya keanekaragaman jumlah tumbuhan akan diikuti oleh tingginya jumlah kupu-kupu yang terdapat pada kawasan penelitian. Keanekaragaman inang yang tinggi diketahui dapat mendukung tingginya keanekaragaman kupu-kupu di suatu wilayah (Hossain 2014; Balakrishnan *et al.* 2016; Islam *et al.* 2015).



Gambar 5 Korelasi keanekaragaman kupu-kupu dan tumbuhan

Salah satu tanaman yang dominan yang ditemukan di lokasi penelitian ini adalah *Ruella simplex* (Gambar 5). Spesies tanaman ini termasuk ke dalam famili Acanthaceae yang merupakan tanaman herba dan banyak digunakan sebagai tanaman hias di taman-taman. Tanaman ini memiliki tinggi hingga 1 m. memiliki jenis batang sedikit berkayu, batang muda memiliki sedikit bulu. Daunnya merupakan daun dengan tipe sederhana yang panjang dan menyempit (hingga 20 cm), berbulu, biasanya

berwarna hijau gelap atau sedikit keunguan. Bunga berbentuk tabung berwarna ungu lavender (Biosecurity Queensland Edition Fact Sheet). Warna bunga yang menarik, serta morfologi yang sederhana yang memudahkan kupu-kupu untuk mengambil nektar dengan baik, yang merupakan salah satu faktor utama dalam interaksi antara kupu-kupu dan tanaman (Schoonhoven *et al.*, 2005).



Gambar 6. *Ruella simplex*

C. Faktor abiotik kupu-kupu.

Pada umumnya, keberadaan kupu-kupu berkaitan erat dengan kondisi habitat termasuk unsur abiotik seperti intensitas cahaya, kelembapan, dan suhu. Berdasarkan data yang terlampir pada Table lampiran 4, diketahui bahwa rata-rata faktor abiotik yang ditemukan masih bernilai normal bagi siklus hidup kupu-kupu (Sulistiyani, 2013). Mikroklimat yang kondusif dapat mempengaruhi keberadaan populasi kupu-kupu di suatu wilayah (Widhiono 2015).

Tabel 2 Rata-rata Faktor Abiotik pada lokasi penelitian

Faktor abiotik	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C	Rata-rata Total
Angin	0.84	0.88	0.40	0.71
Cahaya	16477.20	13395.00	6197.17	12023.12
Kelembapan	50.22	69.00	53.32	57.51
Suhu	23.96	28.00	26.45	26.14

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Biodiversitas kupu-kupu di kawasan taman wisata alam, ditemukan 106 individu kupu-kupu dari 4 famili dan 13 spesies.
2. Famili Nymphalidae merupakan famili yang tinggi jumlah jenis dan individu
3. Spesies kupu-kupu yang ditemukan dalam jumlah tinggi adalah *Zizina otis*
4. Indeks keanekaragaman kupu-kupu tergolong rendah, dan indeks pemerataan tergolong sedang.
5. Indeks keanekaragaman, dan indeks pemerataan tumbuhan tergolong rendah.
6. Terdapat korelasi yang kuat keanekaragaman kupu-kupu dan tumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah atas rahmat dan karunia Allah, laporan penelitian ini dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Pada kesempatan ini kami haturkan banyak terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ernawati Sinaga, MS.Apt. sebagai Warek Bidang Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat merangkap Ketua LPPM UNAS, atas segala dukungannya sehingga penelitian ini merupakan salah satu yang didanai oleh Universitas Nasional.
2. Bapak Drs Imran SL Tobing selaku, Dekan Fakultas Biologi Universitas Nasional, atas izin pelaksanaan, yang diberikan pada penelitian ini.
3. Kepala PT.Murindra Karya Lestari, dan Balai Konservasi Sumber Daya Alam DKI Jakarta, yang telah

memberikan izin dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balakrishnan S, Srinivasan M, Santhanam P. 2016. Insect Fauna of Pitchavaram and Parangipettai mangroves of Southeast Coast of India. Proc Zool Soc DOI 10.1007/s12595-016-0182.
- Benadi G, Blutghen N, Hovestadt T, Poethke HJ. 2012. Population Dynamics of Plant and Pollinator Communities : Stability Reconsidered. The American Naturalist Vol 179, No. 2
- Biosecurity Queensland Edition Fact Sheet – Weeds of Australia. Diakses pada tanggal 27 Agustus 2018
- Butterflies of Australia. Swamp Tiger :*Danaus Affinis*, <https://www.learnaboutbutterflies.com/Australia%20-%20Danaus%20affinis.htm>
- Brittain, C., Williams, N., Kremen, C., Klein, A.M. 2013. Synergistic effects of non-Apis bees and honey bees for pollination services. Proceedings of the Royal Society B 280: 20122767, DOI: 10.1098/rspb.2012.2767.
- European Commission. 2015. Ecosystem Services and Biodiversity. Science for Environment Policy : In-Depth Report
- Gullan PJ, Cranston PS. 2005. The Insects : an outline of entomology. US : Blackwell Publishing
- Hossain M. 2014. Checklist of butterflies, of the sundarbans mangrove forest, Bangladesh. Journal of Entomology and Zoology studies 2 (1) : 29-32

- Islam et al. 2015. Seasonal abundance and distribution of Nymphalidae butterflies in deciduous forest of kaliakayer at Gazipur District, Bangladesh. *International Journal of Fauna and Biological Studies* 2 (2): 79-83
- Kremen C, Tscharntke T. 2007. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. *Proceedings of the royal society B* 274 (303-313)
- Magurran AE. 1998. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm Limited. London.
- Panjaitan R. 2011. Komunitas Kupu-kupu superfamili papilionoidea (Lepidoptera) di Kawasan hutan wisata alam hunung meja, manokwari, papua barat. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor [Tesis] : Bogor
- Nidup T. 2016. Butterfly (Lepidoptera – Rhopalocera) Diversitu in the developing urban area of gelephu, Bhutan. *Bhutan Jurnal of Natural Resources and Development* 3 (2) : 42-4
- Ruslan H. 2012. Komunitas kupu-kupu Supersuku Papilionidea di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol, Sukabumi, Jawa Barat. Tesis Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor
- Schoonhoven LM, Van loon J, Dicke M. 2005. *Insect Plant Biology*. Oxford : University Press
- Severns PM. 2008. Seeding population size and microhabitat association in *Lupinus oreganus* a threatened plant of Western Oregon Grasslands. *Native Plants* 3 : 358-364.
- Sulistiyani TH. 2013. Keanekaragaman Jenis Kupu-kupu (Lepidoptera : Rhopalocera) di Kawasan Cagar Alam Ulolanang Kecubung Kabupaten Batang. Semarang : Universitas Negeri Semarang [Skripsi]
- Widhiono I. 2015. Diversity of butterflies in four different forest types in Mount Slamet, Central Java, Indonesia. *Jurnal Biodiversitas* Volume 16 (2).
- Yago M et al. 2008. Molecular systematics and biogeography of the genus *Zizina* (Lepidoptera : Lycaenidae). *Zootaxa* 1746: 15-38

Efek Ekstrak Metanol Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) Kultivar Lampung Utara Terhadap Semut (*Anoplolepis* sp.) Yang Bersimbiosis Dengan Kutu Putih Pada Tanaman Pepaya

Desi Erda Syantia¹, Nismah Nukmal², Muhammad Kanedi³

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung^{1,2}
Jln. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

E-mail : erdadesi30@gmail.com

ABSTRACT

Research on the effects of methanol extract of gamal leaf powder (*Gliricidia sepium*) North Lampung cultivar on ants (*Anoplolepis* sp.) Symbiotic with white lice on papaya plants. This research was conducted in December 2018 - January 2019 at the FMIPA Unila Zoology Laboratory. Ants are obtained from Jalan Cengkeh Gedong Meneng Bandar Lampung. As a treatment used vegetable insecticide (methanol extract of North Lampung cultivar gamal leaf powder concentration 0.037% value LC 50.72 hours), synthetic insecticide (Regent SC 50) 0.1 / 200 ml aquades. Observed data in the form of mortality data from 3 treatments (plant insecticide, synthetic insecticide, and control). Mortality was observed 1, 3, 6, 12, 24, and 48 hours after treatment with 3 repetitions. In addition, this study observed ant behavior with four treatments (control, rice without insecticide, rice with vegetable insecticide, and rice with synthetic insecticide). Behavioral observations were carried out for 12 hours (8:00 a.m. - 7:00 p.m. WIB) every 30 minutes with 10 repetitions. Mortality data were analyzed by ANARA if there were differences, further tests were performed with BNT 5% SPSS program version 18.0. Ant behavior is observed and analyzed descriptively. The observation result of red ant mortality shows that there is a significant difference between the treatment ($p < 0.05$) with the results of the LSD advanced test at 5% level. The average mortality rate of red ants treated with vegetable insecticide is lower than that of synthetic insecticides. Behavioral observations show that red ants stay away from rice with insecticides. From the results of both observations showed that plant-based insecticides affected mortality and behavior of red ants.

Keyword : Gamal leaves, white lice, red ants

PENDAHULUAN

Tanaman gamal (*Gliricidia sepium*) merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Ekstrak tanaman gamal memiliki aktivitas biologi antara lain sebagai anti jamur dan rodentisida (Elevitch and Francis, 2006). Daun gamal memiliki senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid. Senyawa flavonoid bersifat toksik yang dapat mematikan hama kutu putih (Nukmal dkk., 2010). Ekstrak air

daun gamal mampu mematikan hama kutu putih pada tanaman pepaya dengan nilai LC₅₀ (1,32-8,5%) dalam waktu 48 jam setelah perlakuan (Nukmal dkk., 2011). Dari hasil penelitian Afryorawan (2013) diketahui ekstrak metanol daun gamal mengandung senyawa flavonoid yang mampu mematikan hama kutu putih pada tanaman pepaya dengan nilai LC₅₀ (3,35%) dalam waktu 12 jam setelah perlakuan.

Dari hasil penelitian Sari (2018) diketahui ekstrak kasar metanol daun gamal KLU (Kultivar Lampung Utara) efektif mematikan hama kutu putih pada tanaman pepaya karena memiliki nilai LC dibawah 5%. Ekstrak kasar metanol daun gamal KLU memiliki nilai $LC_{50,72 \text{ jam}}$ 0,037%. Selain itu, ekstrak kasar metanol dan air serbuk daun gamal kultivar BL (Bandar Lampung), LB (Lampung Barat), LU (Lampung Utara), PW (Pringsewu) dengan nilai $LC_{50,72 \text{ jam}}$ berturut-turut 1,818%, 0,184%, 0,033%, 0,184% efektif mematikan hama kutu putih pada tanaman pepaya. Dari hasil *bioassay* diketahui formula 1 (perbandingan dari keempat kultivar dengan perbandingan 1:1:1:1) dapat mematikan kutu putih pepaya sampai 86,7%.

Efek ekstrak polar (ekstrak murni air dan ekstrak murni metanol) daun gamal berpengaruh terhadap mortalitas semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kopi, kakao dan sirsak, dengan rata-rata mortalitas pada perlakuan yang diberi insektisida nabati 1,07-1,42 kali lebih banyak dibandingkan perlakuan insektisida nabati dan 7,55-11,07 kali jika dibandingkan dengan kontrol (Fitrisia, 2017).

Berdasarkan latar belakang di atas penelitian terhadap pengaruh ekstrak metanol serbuk daun gamal sebagai insektisida nabati telah dilakukan. Namun, untuk organisme nontarget seperti semut masih sedikit yang meneliti. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstrak metanol serbuk daun gamal terhadap semut merah (*Anoplolepis* sp.).

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, semut uji diambil dari jalan Cengkeh Gedong Meneng Bandar Lampung, Lampung. Penelitian

dilakukan pada bulan Desember 2018 sampai Januari 2019.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah toples untuk wadah semut yang akan diberi perlakuan, kain trikot untuk penutup botol selai dan caawan, karet gelang untuk mengikat kain trikot pada botol selai dan cawan, botol selai yang digunakan sebagai tempat semut saat diberi perlakuan, mikroskop stereo digunakan untuk identifikasi semut, objek glass untuk menempatkan objek pada saat pengamatan, cawan petri untuk meletakkan semut saat pengamatan perilaku, penggaris sebagai pembanding saat melakukan identifikasi, pinset untuk memindahkan semut dari cawan ke objek glass, neraca digital digunakan untuk menimbang ekstrak methanol serbuk daun gamal, kamera HP untuk mendokumentasikan gambar, alat semprot untuk menyemprotkan insektisida nabati dan insektisida sintetik pada serangga uji ketika penelitian, gelas ukur untuk mengukur aquades, corong untuk membantu menuangkan aquades ke botol penyemprot, toples sebagai wadah saat pengambilan dan proses aklimatisasi semut, alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan dan aluminium foil untuk tempat meletakkan pakan sebagai sumber makanan selama pengujian. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman pepaya, ekstrak metanol serbuk daun gamal kultivar Lampung Utara yang diperoleh dari penelitian sebelumnya dengan nilai $LC_{50} = 0,037\%$, insektisida sintetik (Regent 50 SC) yang digunakan sesuai dengan dosis anjuran (0,1 ml/200 ml aquades) dan nasi sebagai pakan semut.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua cara yaitu mortalitas dan perilaku semut merah. Pada pengamatan mortalitas, dilakukan tiga perlakuan. Perlakuan pertama

tanpa penyemprotan insektisida nabati dan sintetik (kontrol). Perlakuan kedua penyemprotan insektisida nabati ekstrak metanol serbuk daun gamal yang memiliki potensi membunuh hama kutu putih dengan nilai $LC_{50} = 0,037\%$ dan perlakuan ketiga dengan penyemprotan insektisida sintetik (Regent 50 SC) sesuai dosis anjuran (0,1 ml/200 ml aquades), kemudian dilakukan tiga kali ulangan. Mortalitas semut merah diamati 1, 3, 6, 12, 24, dan 48 jam setelah perlakuan. Data mortalitas dianalisis menggunakan ANARA serta uji lanjut BNT taraf 5% program SPSS versi 18.0 bila ada perbedaan antar perlakuan. Sedangkan pada pengamatan perilaku semut merah, perlakuan pertama tanpa memberi pakan semut (kontrol). Perlakuan kedua memberi pakan nasi tanpa campuran insektisida. Perlakuan ketiga memberi pakan nasi yang dicampur dengan insektisida nabati berupa ekstrak

metanol serbuk daun gamal yang memiliki potensi untuk membunuh hama kutu putih dengan nilai $LC_{50} = 0,037\%$ dan perlakuan keempat dengan memberi pakan nasi dengan insektisida sintetik (Regent 50 SC) sesuai dosis anjuran (0,1 ml/ 200 ml aquades). Keempat perlakuan ini dilakukan 10 kali ulangan. Perilaku ini diamati selama 12 jam (pukul 08.00 WIB – 19.00 WIB) setiap 30 menit sekali pengamatan. Perubahan perilaku semut merah yang mendekati atau menjauhi makanan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil analisis ragam (Tabel 1) diketahui, bahwa perlakuan insektisida sintetik, insektisida nabati, dan kontrol, waktu pengamatan, interaksi antara perlakuan dan waktu pengamatan, berpengaruh terhadap mortalitas semut *Anoplolepis* sp. ($p < 0,05$)

Tabel 1. Hasil analisis ragam mortalitas *Anoplolepis* sp. pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda

Source	Db	JK	Kuadrat Tengah	F hitung	Sig.
Model Koreksi	19	514,278(a)	27,067	82,006	0,000
Intercept	1	337,500	337,500	1022,525	0,000
kelompok	2	2,778	1,389	4,208	0,023
perlakuan	2	168,778	84,389	255,673	0,000
waktu	5	220,389	44,078	133,543	0,000
Perlakuan * waktu	10	122,333	12,233	37,063	0,000
Error	34	11,222	,330		
Total	54	863,000			
Total Koreksi	53	525,500			

Keterangan : *) Interaksi Perlakuan dan Waktu

Rata-rata mortalitas semut uji *Anoplolepis* sp. yang diberi 3 perlakuan (Tabel 2) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata antara insektisida nabati dan insektisida sintetik. Walaupun tidak berbeda nyata secara statistik, namun rata-rata mortalitas semut yang diberi perlakuan insektisida sintetik 1,01 kali (3,78 : 3,72) lebih banyak dibandingkan dengan insektisida nabati. Hal ini mungkin

disebabkan efek insektisida sintetik terhadap semut *Anoplolepis* sp. lebih cepat dibandingkan insektisida nabati. Diduga racun dari insektisida sintetik yang terserap ke dalam tubuh semut lebih cepat bekerja dibandingkan dengan insektisida nabati. Hal ini ditunjang oleh pendapat Suriana (2012) bahwa daya kerja insektisida nabati lebih lambat dan tidak dapat terlihat efeknya dalam

waktu yang cepat dibandingkan dengan insektisida sintetik.

Tabel 2. Hasil uji BNT pengaruh tiga perlakuan terhadap mortalitas semut *Anoplolepis* sp.

Perlakuan	Mortalitas semut (Rata-rata ± SD)
Kontrol	0,00 ± 0,00 ^a
Insektisida nabati	3,72 ± 2,82 ^b
Insektisida sintetik	3,78 ± 3,60 ^b

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Hasil uji lanjut BNT, pengaruh waktu pengamatan terhadap rata-rata mortalitas semut *Anoplolepis* sp. (Tabel 3) memperlihatkan bahwa waktu pengamatan berbeda nyata antara satu dengan yang lainnya. Rata-rata mortalitas semut meningkat seiring semakin lamanya pengamatan. Diduga semakin lama waktu

perlakuan maka akan semakin tinggi persentase jumlah kematian serangga uji karena semakin banyak racun yang masuk ke dalam tubuh maka akan menimbulkan banyak kerusakan di dalam tubuh serangga uji dan dapat menimbulkan kematian (Apriliyani, 2016).

Tabel 3. Hasil uji BNT pengaruh waktu pengamatan terhadap rata-rata mortalitas semut *Anoplolepis* sp.

Waktu (jam)	Mortalitas Semut (Rata-rata ± SD)
1	0,11 ± 0,33 ^a
3	0,89 ± 1,16 ^b
6	1,56 ± 1,23 ^c
12	2,22 ± 1,85 ^d
24	4,22 ± 3,30 ^e
48	6,00 ± 4,55 ^f

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Hasil uji lanjut BNT pengaruh interaksi perlakuan dan waktu pengamatan (Tabel 4) terhadap rata-rata mortalitas semut *Anoplolepis* sp. dapat dilihat bahwa mortalitas semut *Anoplolepis* sp. pada pengamatan 1 jam tidak berbeda nyata pada ketiga perlakuan, ini disebabkan toksik yang terdapat pada insektisida belum terlalu berpengaruh. Pada pengamatan 3 jam setelah perlakuan diketahui rata-rata mortalitas semut diperlakukan dengan insektisida nabati berbeda nyata dengan

insektisida sintetik. Diduga hal ini disebabkan pada 3 jam perlakuan semut sudah mengalami keracunan, menurut Lu (1994) senyawa racun yang masuk kedalam tubuh serangga mengalami biotransformasi, ini menyebabkan banyak energi yang digunakan oleh serangga untuk menetralkan senyawa racun sehingga akhirnya proses metabolisme dalam tubuh serangga terhenti. Kemudian didukung oleh pendapat Nukmal (2010) senyawa flavonoid yang terkandung pada insektisida nabati bersifat toksik yang

sistemik bekerja secara kontak dan lambung, insektisida yang bekerja sebagai racun kontak akan mematikan serangga jika terkena langsung dengan tubuh serangga.

Pada pengamatan 6 jam dan 12 jam diketahui rata-rata mortalitas semut diberi perlakuan dengan insektisida nabati tidak berbeda nyata dengan insektisida sintetik secara statistik. Namun, untuk rata-rata mortalitas semut pada insektisida nabati pada 6 jam perlakuan 1,33 kali (2,67 : 2,00) lebih banyak dibandingkan dengan rata-rata mortalitas pada insektisida sintetik. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan flavonoid pada ekstrak daun gamal yang digunakan sebagai insektisida nabati yang mampu mematikan semut merah. Senyawa flavonoid berpotensi sebagai insektisida, menurut Dinata (2006) senyawa flavonoid dapat menimbulkan kerusakan pada spirakel dengan cara masuk kedalam sistem pernapasan yang mengakibatkan serangga tidak dapat bernapas. Kandungan metabolit sekunder dalam tanaman seperti glikosida racun perut (*Stomach poisoning*) akan mengganggu alat pencernaannya bila senyawa tersebut masuk kedalam tubuh serangga (Sinaga, 2009).

Rata-rata mortalitas semut merah 24 jam, dan 48 jam setelah diberi perlakuan

insektisida sintetik berbeda nyata dengan insektisida nabati dan kontrol (Tabel 4). Rata-rata mortalitas pada semut merah yang diberi perlakuan dengan insektisida sintetik pada 24 jam 1,23 kali (7,00 : 5,67) dan 48 jam 1,15 kali (9,66 : 8,33) lebih banyak dibandingkan dengan rata-rata mortalitas pada insektisida nabati, ini menunjukkan bahwa kerja insektisida sintetik semakin lama akan semakin cepat dibandingkan dengan insektisida nabati. Pendapat ini didukung oleh Suriana (2012), daya kerja insektisida nabati lebih lambat dibandingkan insektisida sintetik dan tidak bisa terlihat dalam jangka waktu yang cepat. Toksik yang terdapat pada insektisida sintetik bekerja lebih cepat dibandingkan dengan toksik yang bekerja pada insektisida nabati. Menurut Wirawan (2006) dan Suriana (2012) bahan aktif yang terkandung pada insektisida sintetik dapat larut pada lapisan lemak kutikula dan masuk ke dalam tubuh serangga sebagai racun perut melalui system pencernaan dan sebagai racun pernafasan melalui saluran pernafasan akan memengaruhi stimulasi system saraf. Hal ini akan menyebabkan tubuh semut menjadi lemah dan menyebabkan kematian pada semut.

Tabel. 4 Hasil uji BNT pengaruh interaksi perlakuan dan waktu pengamatan rata-rata \pm SD mortalitas semut *Anoplolepis* sp.

Waktu (Jam)	Kontrol	Insektisida Nabati	Insektisida Sintetik
1	0,00 \pm 0,00 ^a	0,00 \pm 0,00 ^a	0,33 \pm 0,57 ^a
3	0,00 \pm 0,00 ^a	2,33 \pm 0,57 ^b	0,33 \pm 0,57 ^a
6	0,00 \pm 0,00 ^a	2,67 \pm 0,57 ^b	2,00 \pm 0,00 ^b
12	0,00 \pm 0,00 ^a	3,33 \pm 1,52 ^c	3,33 \pm 0,57 ^c
24	0,00 \pm 0,00 ^a	5,67 \pm 1,15 ^d	7,00 \pm 1,00 ^e
48	0,00 \pm 0,00 ^a	8,33 \pm 0,57 ^f	9,66 \pm 0,57 ^g

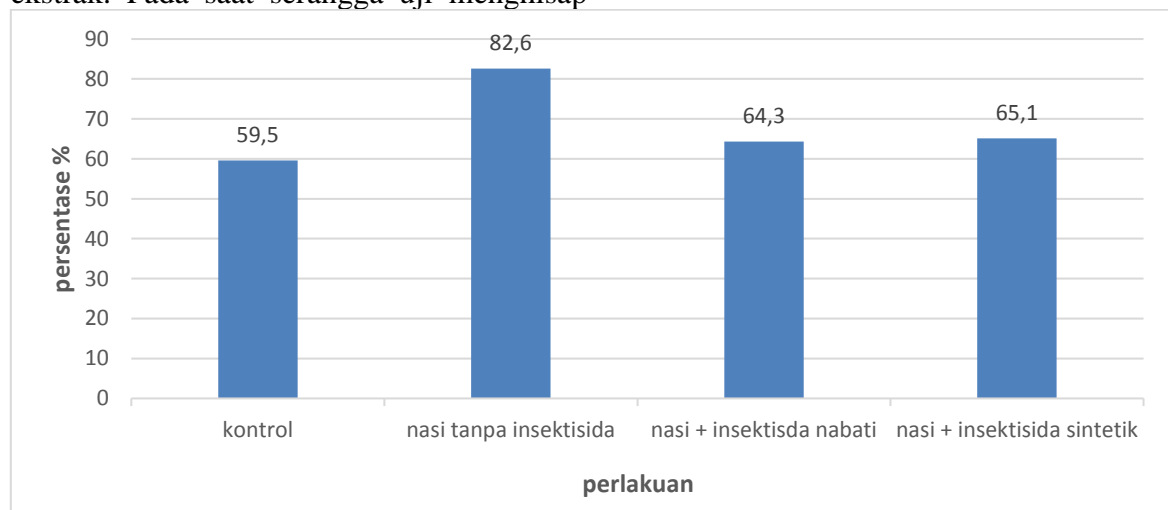
Keterangan : Nilai rata-rata diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$.

Pada Gambar 1 dapat dilihat semut merah paling banyak mendekati makanan pada perlakuan nasi tanpa diberi insektisida yaitu 82,6%. Persentase semut merah mendekati

makanan lebih banyak 17% -18% pada perlakuan nasi tanpa diberi insektisida dibandingkan nasi dengan insektisida. Kecenderungan semut mendekati nasi tanpa campuran insektisida lebih banyak karena

nasi merupakan makanan semut yang menarik untuk didatangi, sedangkan pada perlakuan nasi dengan insektisida keduanya mengandung senyawa toksik yang kemungkinan mengeluarkan bau yang bersifat *repellent* sehingga dihindari semut. Afryorawan (2013) menyatakan bahwa ekstrak daun gamal mengandung senyawa flavonoid yang mampu mematikan kutu putih. Pendapat ini didukung oleh Nukmal, dkk. (2010) yang menyatakan bahwa senyawa flavonoid bersifat toksik bekerja secara kontak dan lambung. Selain itu, serangga uji mengalami keracunan melalui makanannya, karena menghisap cairan dari media uji yang telah dicampur dengan ekstrak. Pada saat serangga uji menghisap

pakan yang sudah tercampur dengan insektisida maka racun akan masuk ke dalam tubuhnya melalui organ pencernaan (Apriliyani, 2016). Sedangkan pada insektisida sintetik mengandung senyawa fipronil yang mengandung toksik lebih tinggi dibandingkan senyawa flavonoid dalam insektisida nabati. Kandungan senyawa racun pada insektisida bersifat *antiifeedant* dan *repellent* yang bekerja sebagai penolak serangga untuk makan sehingga nafsu makan serangga berkurang sehingga serangga mati kelaparan (Morello & Rejessus, 1983 dan Prijono, 1994).



Gambar 1. Persentase kecenderungan semut merah (*Anoplolepis* sp.) mendekati makanan.

KESIMPULAN

Ekstrak metanol serbuk daun gamal (*Gliricidia sepium*) Kultivar Lampung Utara berpengaruh pada tingkat kematian dan perilaku (menjauhi atau mendekati makanan) pada semut *Anoplolepis* sp. yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman pepaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

DRPM Kemenristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini.

REFERENSI

- Afryorawan. 2013. *Karakterisasi senyawa Flavonoid Hasil Isolasi Ekstrak Metanol Daun Gamal (Gliricidia maculata)*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Apriliyani. 2016. *Pengembangan Insektisida Nabati dari Senyawa Flavonoid Ekstrak Daun Gamal (Gliricidia maculata, Hbr.) untuk Mengendalikan Hama Kutu Putih (Planococcus citri, Risso.) pada Tanaman Kopi (Coffea robusta, L.)*. Tesis. Universitas Lampung. Lampung.
- Dinata, A. 2006. *Basmi Lalat dengan Jeruk Manis*. Staf Loka Litbang Pemberantasan Penyakit Bersumber Binatang. Batlitbag Kesehatan Depkes RI.
- Elevitch, C. R and Francis, J.K. 2006. *Gliricidia sepium (gliricidia) Fabaceae (legume family). Spesies Profiles For Pasific Island Agroforestry*. www.traditionaltree.org. Diakses 21 April 2018, 12.21 WIB.
- Fitrisia. 2017. *Efek Ekstrak Polar Daun Gamal (Gliricidia Maculata Hbr.) Terhadap Semut Sebagai Organisme Non Target Yang Bersimbiosis Dengan Kutu Putih*. Tesis. Universitas Lampung. Lampung.
- Lu, F. C. 1994. *Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*. Edisi ke-2. Penerbit U.I.P. Hal 412.
- Morello, B. dan Rejessus. 1983. *Botanical Insecticides Against The Diamondback Moth*. Los Banos: Departement of Entomology, College of Agriculture University of The Philippines. (Diakses melalui www.avrdc.org/pdf/86dbm/86DBM23 pada tanggal 26 April 2019)
- Nukmal, N., Utami, N. dan Suprpto. 2010. *Skrining Potensi Daun Gamal (Gliricidia maculata Hbr.) Sebagai Insektisida Nabati*. Laporan Penelitian Hibah Strategi Unila. Universitas Lampung.
- Nukmal, N., Utami, N. dan Pratami, G.D. 2011. *Isolasi Senyawa Flavonoid Dari Ekstrak Air Serbuk Daun Gamal (Gliricidia maculata) Dan Uji Toksisitasnya Terhadap Hama Kutu Putih Pepay . (Paracoccus marginatus) Prosiding Penelitian Hibah Strategi Unila*. Universitas Lampung.
- Prijono, D. 1994. *Teknik Pemanfaatan Insektisida Proyek Botanisi*. Pembangunan Pertanian Nasional Fakultas Pertanian LPB. Blihort Lembang. Bogor.
- Sari, A. 2018. *Pembuatan Insektisida Nabati Ekstrak Air Daun Gamal Dari Empat Kultivar Berbeda Untuk Mengendalikan Kutu Putih Pepaya (Paracoccus marginatus)*. Skripsi. FMIPA Universitas lampung. Lampung
- Sinaga, R. 2009. *Uji Efektifitas Pestisida Nabati Terhadap Hama Spodoptera litura (Lepidoptera : Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (Nicotiana tabaccum L)*. Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suriana, N. 2012. *Pestisida Nabati : Pengertian, Kelebihan, Kelemahan, dan Mekanisme Kerja*. informasitips.com (Diakses 25 Oktober 2018).
- Wirawan, I. A, 2006. *Insektisida Permukiman dalam Hama Permukiman Indonesia. Pengenalan, Biologi dan Pengendalian Unit Kajian Pengendalian Hama Permukiman (UKPHP)*. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB. Bogor.

Pengembangan *E-Modul Android Appyet* Berbasis Kearifan Lokal Lampung Pada Kelas X SMA: Studi Materi Ekosistem

¹Nukhbatul Bidayati Haka, ²Maya Maryati, ³Aulia Novitasari, ⁴Akbar Handoko
^{1,2,3,4}Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan
Lampung, Jalan Letkol Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung, 35131,

E-mail: nukhbatulbidayatihaka@radenintan.ac.id,

ABSTRACT

The importance of cultural awareness must be instilled through education which is the most powerful tool to instill cultural awareness with the true character of identity and preserve the values of local wisdom. Media design, material content, and language in the media are the three main things which become the scope of the development process. The purpose of this research is to find out the development and feasibility of *e-module* biology based on the Android application *Appyet* of Lampung local ecosystem material for grade X students. This research is a development research based on *Research and Development (R&D)* Borg & Gallusing seven stages. The results of the expert's assessment that the e-module was feasible was proven from the results of the validation of material experts, linguists, media experts, students, and biology teachers. The study was conducted in three schools in Bandar Lampung using a questionnaire, interview and documentation. The results of product validation obtained by the assessment of media experts by 91.34%; material experts 84.72%; linguists at 100% with the eligibility criteria "Very Eligible". then the product is tested through 2 stages, namely limited scale and wide scale trials. Limited scale trials get 76.83% results then wide scale trials in two different schools get 78.40% and 78.37% results. The response of three educators was 75.69%, 80.55% and 70.83%. Based on the results of the study it was concluded that the *e-module* biology based on the Android application *Appyet* in Lampung local ecosystem material was very feasible to be used in high school learning in Bandar Lampung.

Kata kunci: *E-modul Appyet*, Lampung Local Wisdom, Ecosystem

PENDAHULUAN

Bahan ajar merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pendidikan disekolah yang disusun secara sistematis untuk peserta didik sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis, baik tertulis maupun tidak tertulis sehingga tercipta lingkungan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar (Abdul Majid, 2016). Pendidik diminta agar dapat secara kreatif merencanakan suatu bahan ajar yang memungkinkan peserta didik dapat memahami materi secara mudah

dan tepat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang bermakna.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada salah satu guru biologi di SMA M2 Bandar Lampung diperoleh informasi bahwa guru menggunakan media berupa gambar dan video, laptop, dan LCD proyektor serta bahan ajar berupa buku cetak yang diperoleh dari sekolah. Instansi sekolah yang menjadi sampel penelitian ini pernah menggunakan media pembelajaran seperti *handphone* dalam proses belajar mengajar, tetapi sebatas mencari artikel berisi materi dan tugas saja, dalam hal ini bahan

ajar yang digunakan masih dianggap kurang praktis jika digunakan saat pembelajaran diluar sekolah atau diluar jam pembelajaran.

Seperangkat pembelajaran digital disusun secara sistematis digunakan untuk keperluan belajar secara mandiri disebut dengan modul elektronik. (Moh. Fausih, Danang, 2015). E-Modul merupakan bahan ajar yang didalamnya berisikan teks, gambar, atau suara yang bertujuan untuk menunjukkan kepada peserta didik keterkaitan antara fakta, konsep, prosedur, dan prinsip yang terkandung dalam materi pembelajaran. Modul elektronik dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan kompetensi dan pemahaman secara kognitif, serta mempermudah peserta didik dalam mempelajari isi materi didalam E-Modul karena mudah dibawa dimana dan kapan saja (Nur A. Limatahu,dkk, 2017). E-modul yang dikembangkan ini mengangkat budaya dan tradisi dalam bentuk kearifan lokal masyarakat Lampung yang dihubungkan dengan materi ekosistem.

Masyarakat Lampung terdiri dari berbagai etnis yang mencerminkan tipologi masyarakat multikultural. Kebudayaan lokal pun merupakan bagian integral yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari masyarakatnya. Masyarakat Lampung dan budaya lokal bersenyawa dalam satu-kesatuan yang padu. Di sisi lain muncul asumsi bahwa *life is education and education is life*, yang artinya bahwa pendidikan sebagai persoalan hidup dan kehidupan merupakan salah satu unsur penting yang tak bisa diabaikan. Pendidikan budaya dan pendidikan berbasis kebudayaan adalah semacam keniscayaan yang tak bisa dipungkiri. Pentingnya kesadaran kebudayaan harus ditanamkan sedalam mungkin ke dalam jiwa masyarakat, dan

tentunya melalui jalur pendidikan. pendidikan berbasis kebudayaan adalah alat paling ampuh dalam rangka menanamkan kesadaran berbudaya dengan karakter jadi diri sesungguhnya dan melestarikan nilai-nilai kearifan lokal (*local wisdom*). Kebudayaan lokal pun merupakan bagian integral yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Di sisi lain muncul asumsi bahwa pendidikan sebagai persoalan hidup dan kehidupan merupakan salah satu unsur penting yang tak bisa diabaikan (*life is education and education is life*). Semacam keniscayaan yang tak bisa dipungkiri bahwa pentingnya kesadaran kebudayaan harus ditanamkan sedalam mungkin ke dalam jiwa masyarakat, melalui jalur pendidikan. Pendidikan berbasis kebudayaan merupakan alat paling ampuh dalam menanamkan kesadaran berbudaya dengan karakter jadi diri sesungguhnya dan melestarikan nilai-nilai kearifan lokal (*local wisdom*) (Nirva Diana, 2018).

Menurut Kasa, "*the important of local wisdom must also be considered as one of supporting efforts of a decreasingly natural environment*". Pentingnya kearifan lokal harus dipertimbangkan sebagai salah satu pendukung karena lingkungan yang semakin menurun alami. Dengan ini perlunya ada pelajaran yang memuat materi berbasis kearifan lokal untuk mencegah kepunahan kearifan lokal suatu daerah. Kearifan lokal merupakan satu hal yang perlu dilestarikan, perlu dijaga, dan dilindungi agar tidak punah (Cristian Damayanti, 2013).

Pembelajaran berbasis lokal Lampung ini bertujuan untuk dapat meningkatkan kepedulian peserta didik terhadap pentingnya menjaga kelestarian ekosistem yang ada di provinsi Lampung. Daerah Lampung

memiliki banyak keanekaragaman ekosistem yaitu ekosistem sungai, rawa, hutan hujan tropik dan pantai.

Berdasarkan uraian di atas, penulis perlu membuat suatu produk yang tepat dalam pembelajaran biologi dalam bentuk *e-modul* biologi berbasis aplikasi android *Appyet* materi ekosistem yang diharapkan dapat mendorong dan menstimulasi peserta didik menjadi lebih mandiri dalam

METODE PENELITIAN

Pengembangan produk menggunakan desain Brog and Gall dengan 10 tahapan yang disederhanakan menjadi tujuh yaitu persiapan, pengembangan rancangam, uji skala kecil, perbaikan produk uji coba skala kecil, uji coba skala luas, perbaikan produk uji coba skala luas. Penelitian ini dilakukan pada kelas XI MIA SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Adapun sampel yang diambil pada uji coba skala kecil berjumlah 10 orang, sedangkan pada uji coba luas sebanyak 35 orang. Instrumen penelitian yaitu angket validasi (ahli media, ahli materi, ahli bahasa), angket tanggapan guru, dan angket tanggapan peserta didik. Lembar angket validasi dan angket tanggapan dianalisis menggunakan skala likert yang disajikan seperti pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Skala Likert

No	Analisis Kuantitatif	Skor Pernyataan	
		Positif	Negatif
1	Sangat setuju	4	1
2	Setuju	3	2
3	Tidak setuju	2	3
4	Sangat tidak setuju	1	4

Berdasarkan Tabel 1 penskoran diatas, data yang diperoleh dihitung dengan rata-rata jawaban sepadan

pembelajaran dan dapat menguasai materi dengan baik, dengan mengembangkan

bahan ajar *e-modul* dengan mengoptimalkan *smartphone*. peneliti mengangkat judul “Pengembangan *E-modul* Android *Appyet* Berbasis Kearifan Lokal Lampung Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Peserta Didik Kelas X Ditingkat SMA”.

skoring tiap respon penilai dengan rumus:

$$P_s = \frac{S}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

Ps = Persentase komponen

S = Jumlah sekor komponen hasil penelitian

N = Jumlah skor maksimum

Tabel 2. Kriteria Kelayakan

Skor rata-rata (%)	Kategori
0-25	Tidak layak
26-50	Kurang layak
51-75	Layak
76-100	Sangat layak

e-modul dinyatakan layak secara teoritis apabila skor yang diberikan dari penilai perahli persentasenya yaitu $\geq 51\%$, sedangkan untuk menghitung nilai skor rata-rata persentase angket digunakan rumus berikut ini:

$$P = \frac{\sum P}{n} \quad \text{Keterangan:}$$

P : Persentase rata-rata

$\sum P$: Jumlah presentase

n : Jumlah item pada angket

Setelah angket diisi, diperoleh persentase kelayakan *e-modul* berbasis android *Appyet*. Persentase yang diperoleh lalu di kategorikan dalam kriteria sesuai dengan tabel 2. *e-modul*

biologi berbasis android dikatakan sesuai secara teoritis jika mendapat

persentase $\geq 51\%$.

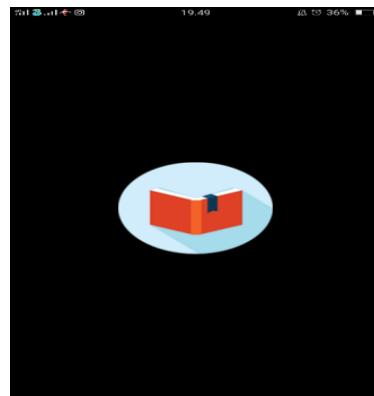
HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan berupa *e-modul* android *appyet* yang dibuat menggunakan link www.appyet.com sebagai bahan pembelajaran yang diharapkan dapat membantu proses pembelajaran peserta didik. Pengembangan *e-modul* android *appyet* menggunakan langkah *Research and Development* yang dikemukakan oleh Borg and Gall. Pengujian aplikasi dilaksanakan di tiga sekolah yang ada di bandar lampung. Hasil studi lapangan yang dilaksanakan di SMA MUHAMMADIYAH 2 Bandar Lampung bawasanya mayoritas peserta didik lebih banyak menggunakan android dari pada *iphone*. a) Media yang digunakan berupa buku paket, LCD, laptop. Keberadaan media di sekolah kurang peraktis, sehingga sulit untuk dibawa kemana-mana, b) Materi yang disampaikan didalamnya belum berbasis kearifan lokal lampung, c) Pemanfaatan *smartphone* sebagai media pembelajaran *e-modul* berbasis aplikasi belum pernah dilakukan, d) Terdapat beberapa peserta didik yang menggunakan *smartphone* sebagai media bermain, hal-hal yang kurang mendukung dalam pembelajaran.

Berdasarkan prasarvei di lapangan disimpulkan bahwa seiring dengan berkembangnya kurikulum pembelajaran berbasis teknologi informasi pemanfaatan *e-modul* aplikasi android sangat dibutuhkan dalam pembelajaran biologi saat ini karena dapat menunjang pembelajaran biologi berbasis Abad 21.

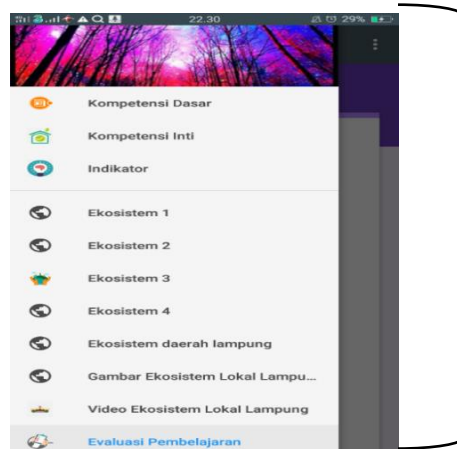
Pengembangan aplikasi edukasi pada proses pembelajaran juga dibutuhkan untuk memanfaatkan keberadaan alat teknologi seperti *android* agar dapat digunakan lebih bijak dan positif oleh peserta didik. Sehingga kemajuan teknologi dan informasi bisa memberikan kontribusi ke arah kemajuan pendidikan yang lebih berkualitas. *e-modul appyet* dibuat untuk memfasilitasi pembelajaran biologi yang sejalan dengan kemajuan teknologi dan informasi pada abad 21. Produk *e-modul appyet* dibuat dengan menyandingkan dan mendalami dalam setiap ulasan teori dan contoh contoh yang berbasis kearifan lokal Lampung. Produk ini di kemas dengan beragam menu aplikasi yang dapat tersambung secara online.

Menu-menu aplikasi dalam *e-modul appyet* meliputi tampilan awal *e-modul* biologi, kompetensi dasar, kompetensi inti, indikator, materi ekosistem yang dibagi menjadi empat tampilan menu materi yang dilengkapi dengan gambar, didalamnya berisikan kearifan lokal lokal lampung seperti Pesawaran, Pringsewu dan Lampung Selatan, selanjutnya contoh kearifan lokal lampung berupa gambar dan video, evaluasi pembelajaran, pengaturan aplikasi, ganti tampilan, biografi penyusun berikut ini akan disajikan gambaran desain awal aplikasi.



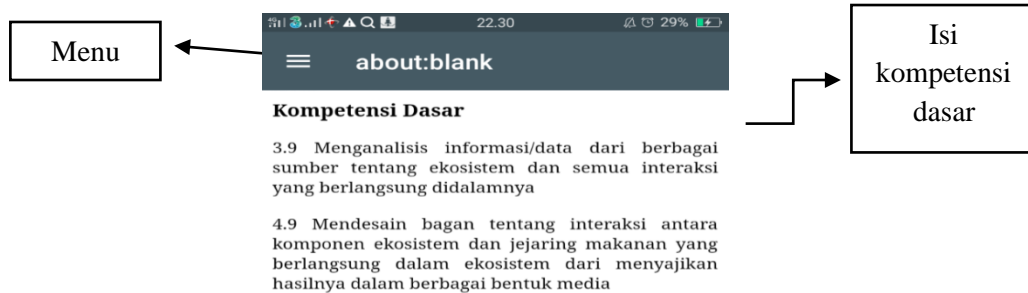
Tampilan awal icon aplikasi e-modul

Gambar 1. Tampilan awal aplikasi

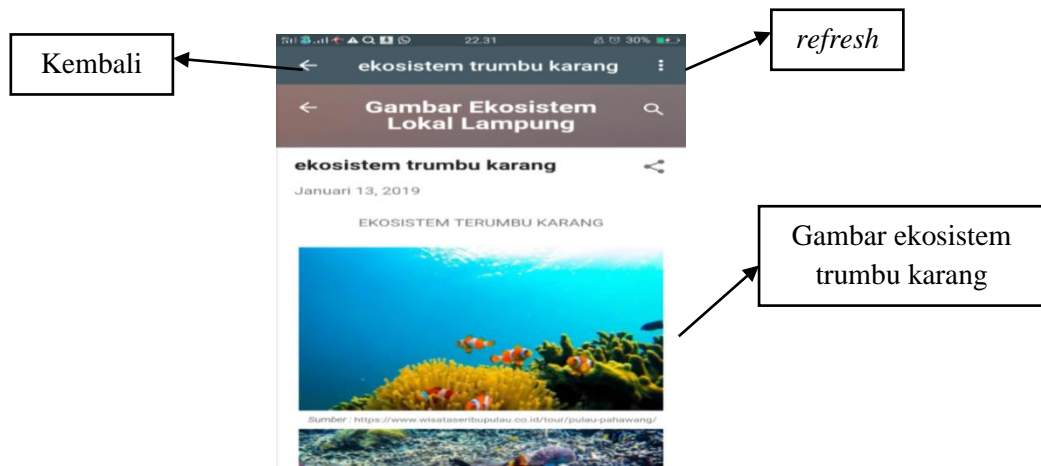


Pilihan menu sajian yang berisikan KD, KI, Indikator, materi ekosistem 1,2,3,4, Ekosistem daerah lampung, gambar, video, evaluasi pembelajaran, dan bografi penulis

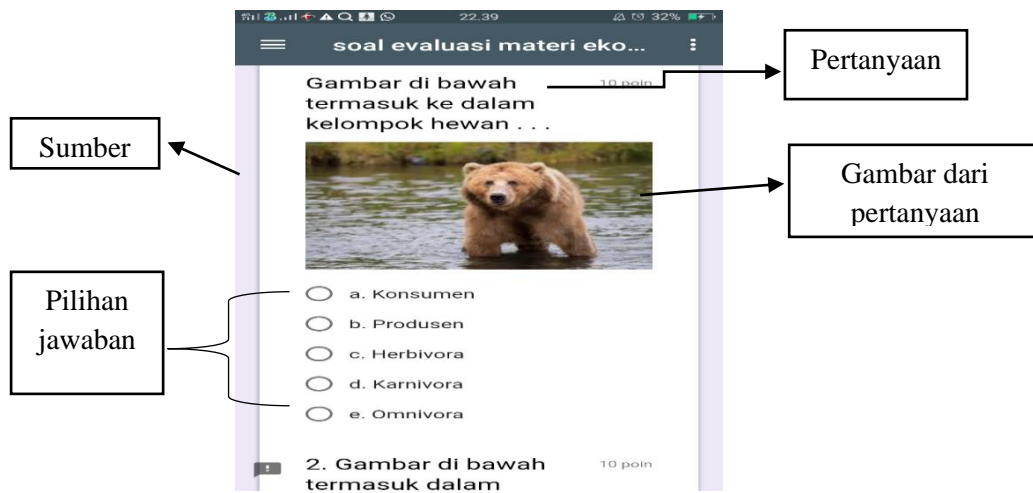
Gambar 2. Tampilan menu sajian aplikasi



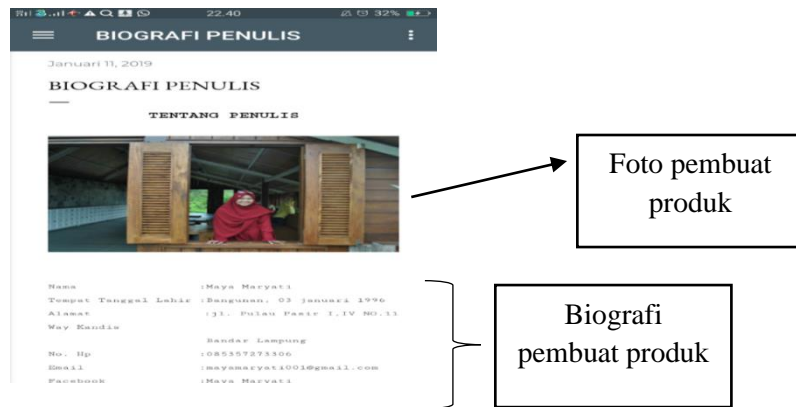
Gambar 3. Tampilan menu kompetensi dasar



Gambar 4. Tampilan gambar ekosistem lokal lampung

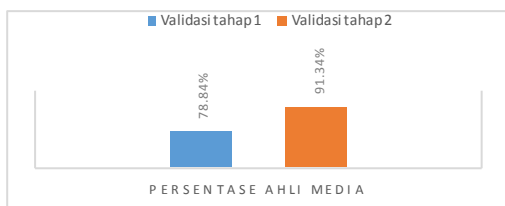


Gambar 5. Tampilan evaluasi pembelajaran



Gambar 5. Tampilan menu biografi penulis

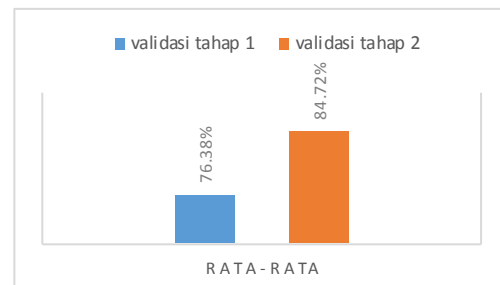
Hasil validasi Produk Awal dengan melakukan validasi bertujuan menguji kelayakan produk yang telah dikembangkan berdasarkan penilaian dari beberapa validator. (Surahman Ence & Surjono Herman Dwi, 2017). Validasi ini dilakukan dengan menggunakan beberapa para ahli yaitu ahli media untuk menilai media aplikasi yang telah dikembangkan, dengan menggunakan dua ahli media, dua ahli bahasa, dua ahli materi. Hasil validasi dari beberapa ahli akan dijelaskan pada uraian dibawah ini. Aspek yang dinilai dari media yaitu aspek tampilan media, aspek efektifitas penggunaan media, aspek pemograman, aspek isi yang ada didalam media dapat dilihat melalui grafik dibawah ini :



Gambar 6. Hasil validasi ahli media

Hasil diatas mendapatkan jumlah nilai dari perolehan persentase rata-rata tiap validator yaitu pada validator tahap 1 mendapatkan hasil 78,84% , kemudin hasil dari validator

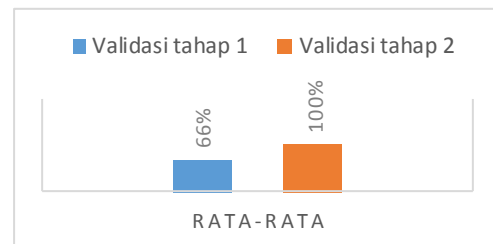
tahap 2 mendapatkan hasil sekora 91,34%, selanjutnya diperoleh hasil rata-rata dari validator sebesar 85,09% dengan kategori sangat layak. Berikutnya validasi oleh ahli materi yang dilakukan dengan dua validator untuk menilai ketepatan materi yang terdapat pada *e-modul*. Terdapat dua aspek yaitu isi dan penyajian, hasil yang diperoleh oleh validasi dapat dilihat dari grafik dibawah ini :



Gambar 7. Hasil validasi ahli materi

Hasil validasi produk yang tertera pada gambar 6 dan 7 meliputi tahap satu yaitu 76,38%, validator tahap dua sebesar 84,72%, dengan hasil rata-rata sebesar 80,55% kategori sangat layak. Selanjutnya setelah dilakukan validasi ahli bahasa yang didalamnya terdapat dua aspek yaitu bahasa, penggunaan bahasa harus sesuai, keserasian penggunaan tanda baca, penyajian, kesopanan penggunaan bahasa,

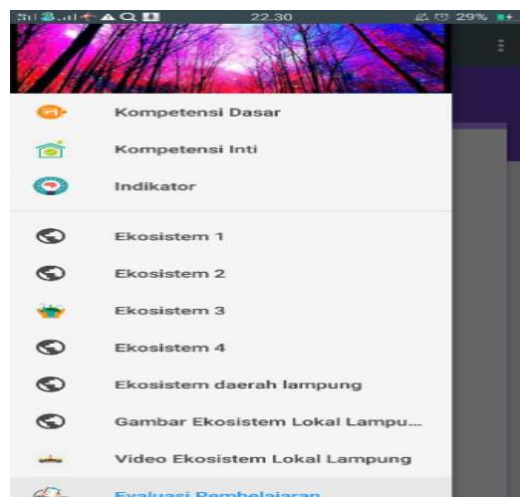
kesesuaian dengan tingkat berfikir peserta didik. Berikutnya validasi oleh ahli materi yang dilakukan dengan dua validator untuk menilai ketepatan materi yang terdapat pada *e-modul*. Terdapat dua aspek yaitu isi dan penyajian, hasil yang diperoleh oleh validasi dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Hasil validasi ahli bahasa

Berdasarkan gambar 8, bahwa hasil validasi ahli bahasa untuk produk yang dikembangkan dalam penelitian didapati hasil validator tahap satu mendapatkan 66%, kemudian hasil dari validator tahap dua mendapatkan skor 100%, selanjutnya diperoleh hasil rata-rata dari validator sebesar 83% dengan kategori sangat layak.

Pada tahap validasi yang telah selesai selanjutnya dilakukan revisian berdasarkan masukan dari para ahli. “Berikut akan disajikan hasil revisian berdasarkan masukan dari para ahli. berikut akan disajikan gambar *e-modul*



Gambar 9. Tampilan menu sajian



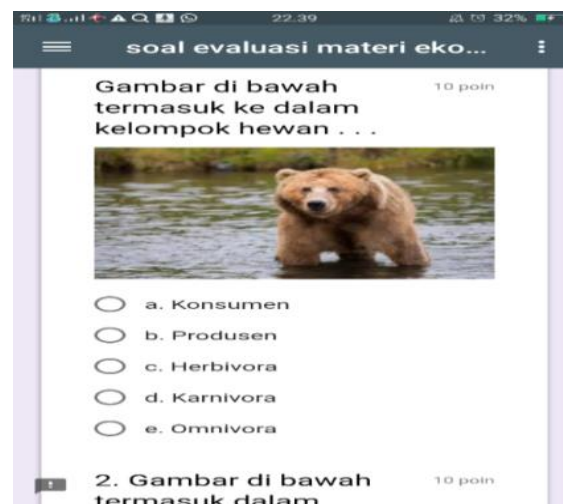
Gambar 10. Tampilan menu materi



Gambar 11. Tampilan Ekosistem Sawah



Gambar 12. Tampilan materi



Gambar 13. Tampilan evaluasi

Tahap validasi selesai dilakukan oleh para ahli maka diperoleh kesimpulan bahwa pengembangan *e-modul appyjet* berbasis kearifan lokal lampung sangat layak digunakan sebagai bahan pembelajaran, selanjutnya

uji coba produk dilaksanakan di tiga SMA yang ada di bandar lampung, yang pertama dilakukan di SMA AL1 pada 10 peserta didik kelas XI MIA diperoleh hasil angket tanggapan peserta didik yang disajikan pada tabel:

Tabel 3. Hasil Uji Skala Kecil

Jumlah Skor	7683
Persentase	76,83%
Kriteria	Sangat Layak

Berdasarkan hasil uji coba produk yang dilakukan pada uji skala kecil dengan jumlah 10 responden, diperoleh

skor 7683 atau presentase kelayakan sebesar 76,83%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *e-modul* sangat layak digunakan sebagai bahan pembelajaran. Uji coba produk skala luas dilakukan di dua sekolah yaitu SMA M2 dan SMA N3, berikut tabel

hasil uji skala luas dari masing-masing sekolah :

Tabel 4. Hasil Uji Skala Luas SMA M2

Jumlah Skor	2.587,38
Persentase	78,40%
Kriteria	Sangat Layak

Berdasarkan hasil uji coba produk skala luas pada 34 responden, diperoleh skor sebesar 2.587,38 atau 78,40% dengan kategori sangat layak. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa *e-modul* sangat layak digunakan sebagai bahan pembelajaran.

Tabel 6. Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik tentang Kelayakan Media

Hasil	SMA AL1	SMA M2	SMA N3
Persentase total (%)	2725%	2900%	2550%
Persentase rata-rata Validator (%)	75,69%	80,55%	70,83%
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Layak
Persentase rata-rata total	75,69%		
Kriteria	Sangat Layak		

Berdasarkan tanggapan ketiga guru biologi diperoleh presentase sebesar 75,69% hal ini disimpulkan bahwa *e-modul* android appye berbasis kearifan lokal lampung pada mata pelajaran biologi layak digunakan

Tabel 5. Hasil Uji Skala Luas SMA M2

Jumlah Skor	2.586,5
Persentase	78,37%
Kriteria	Sangat Layak

Berdasarkan hasil uji coba produk skala luas yang melibatkan sebanyak 33 responden, diperoleh skor penilaian sebesar 2.586,5 atau 78,37% dengan kategori sangat layak. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa *e-modul* sangat layak digunakan sebagai bahan pembelajaran. Selain angket tanggapan peserta didik, angket tanggapan juga dibagikan kepada tiga guru biologi. Berikut ini data penilaian dari masing-masing guru:

disekolah. Pembelajaran berbasis lokal lampung ini dimaksudkan untuk dapat meningkatkan kepedulian peserta didik terhadap pentingnya menjaga, melindungi, dan melestarikan ekosistem yang ada di provinsi lampung. Provinsi lampung menyimpan kearifan lokal yang berhubungan dengan budaya dan ekosistem seperti yang dapat dilihat pada kegiatan tahunan provinsi lampung yaitu festival krakatau pada tahun 2016 yang mengusung tema "*lampung the treasure of sumatra*" kegiatan tersebut menjadi tempay pengenalan kekayaan alam dan budaya yang dimiliki daerah lampung.

Pemanfaatan konten kearifan lokal dalam pembelajaran, selain dapat menyelamatkan pengetahuan kearifan lokal itu sendiri, juga meningkatkan kepedulian peserta didik konservasi biodiversitas (Suroso, A. Syachruroji, dkk, 2015)

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Pengembangan *e-modul* biologi berbasis aplikasi android *Appyet* dilakukan melalui *website* www.Appyet.com sebagai penyedia layanan pembuatan aplikasi dan menggunakan perangkat laptop.
2. Hasil uji kelayakan oleh ahli media diperoleh 91,34% dengan kriteria sangat layak, ahli materi 84,72% dengan kriteria sangat layak, ahli bahasa 100% dengan kriteria sangat layak. Peserta didik dari SMA A11 pada uji skala kecil diperoleh 76,83% dengan kriteria sangat layak, peserta didik SMA M2 pada uji skala besar diperoleh 78,40% dengan kriteria sangat layak, peserta didik SMA N3 diperoleh 78,37% dengan kriteria sangat layak, dan guru di SMA A11 diperoleh 75,69%, hasil guru SMA M2 diperoleh 80,55% dengan kriteria sangat layak, dan guru SMA N3 diperoleh 70,83% dengan kriteria layak. Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka *e-modul* biologi berbasis aplikasi android *Appyet* materi ekosistem lokal lampung untuk peserta didik kelas X SMA/MA layak digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran*, (Bandung: Rosdakarya, 2016)
- Borg and Gall, *Educational Research An Introduction* (ed. Tujuh). United States of America: Allyn and Bacon. 2003
- Cristian Damayanti, Nova Ratna Dewi, Isa Akhlis, "*Pengembangan CD Pembelajaran Berbasis Kearifan Lokal Teman Getaran Dan Gelombang Untuk Siswa Smp Kelas VIII*", Unnes Scence Education Journal, 2(2) (2013)
- M. Suarsana, G.A Mahayukti, "Pengembangan *E-modul* Berorientasi Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Keritis Mahasiswa". Vol 2(2) (54): Issn:2303-288X
- Moh. Fausih, Danang T, *Pengembangan Media E-modul Mata Pelajaran Produktif Pokok Bahasan "Instalasi Jaringan LAN (Local Area Network)" Untuk Siswa Kelas XI Jurusan Teknik Komputer Jaringan Di Smk Negri 1 Labang Bangkalan Madura. Jurnal Pendidikan*, Vol.01, No. 01. 2015
- Nur A. Limatahu, Nurul Aulia Rahma, Hayatun Nur Abu. "*Pengeruh Vidio Praktikum Dengan Modul Elektronik Terhadap Keterampilan Proses Pada Materi Stoikiometri Siswa Kelas X SMAN 2 Tidore Islands*, Jurnal Pendidikan Kimia (JPKim). E-ISSN : 2549-3116, P-ISSN : 2085-3653, Vol.9, No. 1, April 2017
- Nirva Diana, MANAJEMEN PENDIDIKAN BERBASIS BUDAYA LOKAL LAMPUNG (Analisis Eksploratif Mencari Basis Filosofis), Analisis, Volume XII, Nomor 1, Juni 2012
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2015)
- Suroso, A. Syachruraji, Pipit, Pengembangan Bahan Ajar Biologi Konservasi Berbasis Entopedagogi. *Jurnal Kependidikan*, Volume 45, Nomor 2, November 2015

Isolat Fungi Entomopatogen yang Diisolasi dari Beberapa Jenis Serangga untuk Menghambat Penetasan Telur *Aedes aegypti*

Ahmad Nuril Huda¹⁾, Emantis Rosa²⁾, Bambang Irawan²⁾, Nismah Nukmal²⁾
^{1,2)}Biologi FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email : ahmadnuril170@gmail.com

ABSTRACT

Control effort *Ae. aegypti* as a vector of DHF (Dengue Haemorrhagic Fever) so far many use synthetic chemicals that cause new problems, namely environmental pollution, death in non-target organisms and mosquitoes become more resistant to chemicals. Therefore, another alternative is needed to control using entomopathogenic fungi. This study aims to determine the effect of entomopathogenic fungi isolates isolated from various insects as ovisides in inhibiting the number of hatching of *Ae aegypti* eggs and determine the concentration of spore suspensions that are effective against the hatchability of *Ae aegypti* eggs. *aegypti*. This research was conducted in December 2018 - February 2019 in the Microbiology Laboratory of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung by using a Randomized Block Design with 2 factors: the type of fungi isolate and dilution concentration. Fungi isolates used are *Genicularia sp.* (origin of flies), *Fusarium sp.* (origin of mosquitoes) and *Aspergillus sp.* (origin of cockroach), while the concentration of dilution used is (control, 10, 10⁻¹, 10⁻².10⁻³). Data were analyzed with ANOVA, then Duncan continued testing. The results showed that fungi *Genicularia sp.*, *Fusarium sp.* and *Aspergillus sp.* can inhibit the hatching of *Ae. Aegypti* eggs. Concentration of fungal spore suspensions that are effective in inhibiting the hatching of *Ae. aegypti* eggs. is a isolate of *Genicularia sp.* with a 10⁻³ dilution concentration. The results showed that the three fungi of *Genicularia sp.*, *Fusarium sp* and *Aspergillus sp* can inhibit the hatching of eggs *Ae. aegypti*. Effective isolates of *Genicularia sp* can inhibit 97.33% at concentrations of 10⁻³

Keyword: *Ae. aegypti* , DHF, entomopathogenic fungi, ovisides

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) menjadi masalah kesehatan di negara-negara yang beriklim tropis, termasuk di Indonesia. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya kasus DBD setiap tahunnya baik daerah pedesaan maupun perkotaan, terutama saat musim hujan tiba. Penyakit DBD disebabkan oleh virus *dengue* yang tergolong *Arthropod-Borne Virus*, genus *Flavivirus* dan family *Flaviridae* (Larasati, 2008).

sintetis dan gerakan 3M, namun penggunaan insektisida sintetis yang terus-menerus akan menimbulkan permasalahan baru, diantaranya

Kasus DBD di Indonesia cukup banyak pada tahun 2015, penderita demam berdarah di 34 provinsi sebanyak 129.179 orang, 1.240 diantaranya meninggal dunia. Sedangkan di Provinsi Lampung pada 2015 tercatat sebanyak 2.996 kasus dengan 31 angka kematian. Pada tahun 2016, dilaporkan kasus DBD sebanyak 4.523 kasus dengan jumlah kematian sebanyak 15 orang (Dinkes, kota Bandar Lampung, 2016).

Upaya pengendalian vektor DBD sudah banyak dilakukan yaitu dengan cara *foging* (pengasapan), penggunaan insektisida timbul resistensi terhadap vektor penyebar DBD, berdampak terhadap serangga non

target dan pencemaran lingkungan (Widiastuti, 2016).

Untuk itu diperlukan pengendalian alternatif yang berbasis biologis dan ramah lingkungan dengan menggunakan fungi entomopatogen. Fungi entomopatogen adalah fungi patogen yang menyerang serangga. Fungi entomopatogen dapat menyerang berbagai stadia (telur, larva dan dewasa) relative aman penggunaannya terhadap lingkungan dan kemungkinan menimbulkan resistensi yang kecil (Ekowati dan Irawan, 2017). Pengendalian dengan fungi entomopatogen ini diharapkan dapat menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* sehingga dapat memutus rantai penularan penyebab DBD. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini yang dapat memberikan informasi tentang efektifitas fungi entomopatogen dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*

BAHAN DAN CARA KERJA

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri, pipet volumetri, *beaker glass*, gelas ukur, erlenmeyer, tabung reaksi, jarum ose runcing, *oven*, inkubator, *autoclave*, *laminar air flow*, kulkas, label, *hot plate stirrer*, bunsen, gelas objek, gelas penutup, mikroskop, pipet tetes, *haemocytometer*, timbangan, sumbat, corong plastik, dan. Bahan yang digunakan pada

penelitian ini yaitu isolat fungi yang berasal dari lalat, nyamuk *Ae. aegypti* dan kecoa, PDA (*Potato Dextrose Agar*), telur *Ae. aegypti*, aluminium foil, *aquadest*, alkohol 70% dan *methylen blue*.

C. Isolasi Fungi dengan Menggunakan Metode Moist Chamber

Isolasi dengan metode *moish chamber* yaitu dengan menambahkan tisu yang telah di basahi dengan aquades steril kedalam cawan petri, kemudian dimasukan serangga pancing ke dalam cawan petri yang lembab. Cawan petri yang berisi serangga tersebut di wrap kemudian diinkubasi dalam inkubator kapang selama 1-2 minggu sampai serangga tersebut di tumbuhi oleh fungi entomopatogen.

$$C = \frac{t}{(n \times 0,25)} 10^6$$

D. Perhitungan Kerapatan Spora

Kerapatan spora dihitung menggunakan *haemocytometer* dengan bantuan mikroskop dan kerapatan sporanya dihitung menggunakan rumus, Gabriel & Riyatno (1989) sebagai berikut:

Keterangan:

- C : kerapatan spora per ml larutan
- t : jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati
- n : jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
- 0,25: faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*.

E. Uji Isolat Fungi *Entomopatogen* terhadap Telur *Ae. aegypti*

Telur uji yang di gunakan yaitu sebanyak 50 butir. Telur yang sudah dihitung dimasukan ke dalam wadah yang berisi air 100 ml, selanjutnya di tambahkan dengan isolat fungi yang sudah diisolasi dari lalat, nyamuk dan kecoa yang telah di tentukan dengan beberapa konsentrasi pengenceran yaitu 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan kontrol dengan pengulangan sebanyak 3 kali pada setiap wadah.

Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah telur yang tidak menetas pada durasi waktu 4 jam, 8 jam dan 12 jam setelah perlakuan (Supartha, 2008). Selain itu dilakukan pengamatan suhu pada setiap pengamatan.

F. Pengamatan Persentase Jumlah Telur yang Tidak Menetas

Telur nyamuk *Ae. aegypti* yang tidak menetas dapat dihitung persentasi daya tetasnya dengan menggunakan rumus

$$\frac{\text{Persentase telur tidak menetas}}{\frac{\text{telur yang tidak menetas}}{\text{jumlah telur nyamuk yang digunakan}}} \times 100\%$$

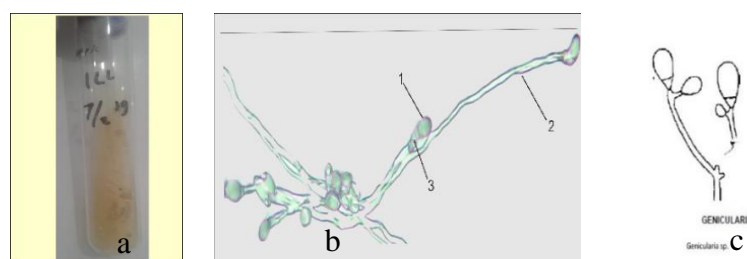
G. Analisis Data

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor Faktor jenis isolat yaitu fungi dari lalat (FIL), isolat nyamuk (FIN), dan isolat Kecoa (FIK) dan faktor konsentrasi pengenceran (kontrol, 10(tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Data dianalisis dengan ANOVA. Apabila terjadi perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan Uji *Duncan* pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Isolasi dan Identifikasi Fungi Entomopatogen yang Dominan

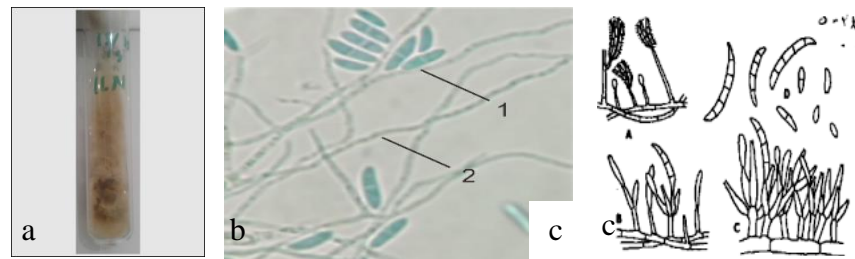
Hasil isolasi fungi yang telah dilakukan dari lalat, nyamuk dan kecoa, diperoleh 3 isolat fungi dominan yaitu *Genicularia* sp. (Gambar 1), *Fusarium* sp. (Gambar 2), dan *Aspergillus* sp. (Gambar 3).



Gambar 1. Isolat *Genicularia* sp., perbesaran (40x): a. isolat *Genicularia* sp., b. gambaran mikroskopis *Genicularia* sp., 1. konidia, 2. konidiofor, 3. vesikel. c. gambar literature (Barnet and Hunter, 1998)

Pada Gambar 1. terlihat bahwa fungi *Geniculria* sp memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih, hifa tidak bersekat, tidak memiliki sel kaki, memiliki vesikel , struktur

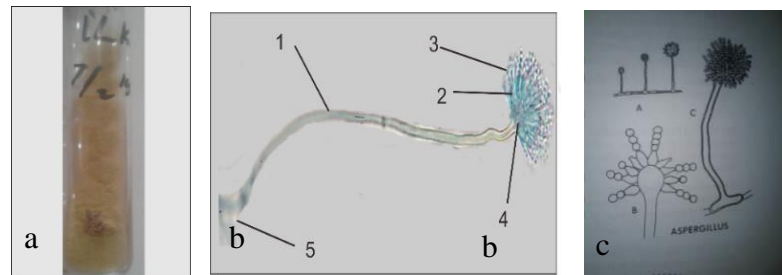
konidia berbentuk bulat, dan memiliki konidiofor yang panjang.



Gambar 2. Isolat *Fusarium* sp., perbesaran (40x): a. isolat *Fusarium* sp., b. mikroskopis *Fusarium* sp. 1. konidia, 2. hifa, c. literatur *Fusarium* sp. (Barnet and hunter, 1998)

Pada Gambar 2. terlihat bahwa fungi *Fusarium* sp. memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih kemudian berubah menjadi kecoklatan, hifa bersekat dan bercabang,

tidak memiliki vesikel dan sel kaki, dan konidia berbentuk bulan sabit.



Gambar 3. Isolat *Aspergillus* sp. perbesaran (40x): a. isolat *Aspergillus* sp., b. Mikroskopis *Aspergillus* sp., 1. Konidiofor, 2. pialid, 3. konidia, 4. vesikel, 5. sel kaki c. literatur *Aspergillus* sp. (Barnet and hunter, 1998)

Pada Gambar 3. terlihat bahwa fungi *Aspergillus* sp. memiliki ciri-ciri koloni fungi berwarna kuning, memiliki sel kaki, hifa bersepta, memiliki konidiafor, vesikel berbentuk bulat, phialid berada di atas vesikel, dan konidia berbentuk bulat.

B. Rata-rata Persentase Telur Nyamuk *Ae. aegypti* yang Terhambat Menetas Setelah Perlakuan

Persentase telur *Ae. aegypti* yang tidak menetas setelah terinfeksi ketiga jenis fungi *Genicularia* sp., *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase rata-rata telur yang tidak menetas setelah terinfeksi fungi entomopatogen

Isolat	Presentase telur tidak menetas (%) pada suhu 27°C				
	Konsentrasi				
	Kontrol	10 (tanpa pengenceran)	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
<i>Genicularia</i> sp.	4	64	96,70	98,00	97,33
<i>Fusarium</i> sp.	4	100	98,00	98,67	92,67
<i>Aspergillus</i> sp.	4	92,67	96,67	98,00	96,00

Berdasarkan Tabel 2. diketahui semua fungi pada masing-masing konsentrasi dapat menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*. Persentase penghambatan telur yang tidak menetas terbesar ditunjukkan pada konsentrasi 10 (tanpa pengenceran) pada fungi *Fusarium* sp sebesar 100%, namun pada konsentrasi yang sama pada isolat *Aspergillus* sp. *Genicularia* sp memiliki persentase lebih kecil Hal ini diduga dipengaruhi oleh kerapatan spora pada konsentrasi tanpa pengenceran lebih padat, kepadatan spora pula dapat menyebabkan kompetisi antar spora untuk memperoleh nutrisi pada inang yang ditemplei. Hal ini sesuai yang dilaporkan oleh Sahagun *et.al*, (2005) bahwa penurunan tingkat efektivitas fungi terhadap kematian telur *Haematobia irritans* disebabkan adanya kompetisi antar spora dalam menginfeksi telur tersebut, sehingga dapat menurunkan daya patogenitas dari fungi tersebut.

Terhambatnya penetasan telur diduga disebabkan adanya aktivitas enzim ekstraseluler atau toksin yang di hasilkan oleh fungi entomopatogen yang digunakan. Bahan aktif dan toksin yang dihasilkan fungi dapat masuk ke dalam telur melalui proses difusi pada bagian permukaan cangkang yang melewati titik-titik poligonal yang terdapat pada seluruh permukaan telur. Hal ini didukung oleh Astuti (2004) bahwa bahan aktif atau toksin dapat masuk ke dalam telur nyamuk melalui proses difusi pada permukaan cangkang yang melewati titik-titik poligonal.

Tabel 3. Analisis Varian pengaruh jenis isolat dan konsentrasi isolat terhadap penetasan telur *Ae. aegypti*

Sumber	Jumlah	Standar defiasi	Rata-rata	f- Hitung	Signifikansi
Corrected Model	15380,489(a)	16	961,281	284,857	0,000
Intercept	65056,022	1	65056	19278,13	0,000
Isolat	94,711	2	47,356	14,033	0,000
Konsentrasi	14824,311	4	3706,08	1098,226	0,000
Ulangan	3,511	2	1,756	0,52	0,600
isolat*konsentrasi	457,956	8	57,244	16,963	0,000
Error	94,489	28	3,375		
Total	80531	45			
Corrected Total	15474,978	44			

Keterangan : Bila p-value <0,05 maka terdapat perbedaan yang nyata atau pengaruh yang signifikan

Tabel 3. menunjukkan pengaruh jenis isolat dan tingkat konsentrasi pengenceran terhadap penetasan telur menunjukkan perbedaan nyata. Kemudian interaksi antara pengaruh isolat dan konsentrasi juga terdapat

perbedaan yang nyata. Oleh sebab itu, terhadap faktor jenis isolat dan konsentrasi dilakukan uji lanjut *Duncan* seperti pada Tabel 4. dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil uji lanjut Duncan antara jenis isolat fungi terhadap persentase telur *Ae. aegypti* yang tidak menetas

Isolat	N		Duncan Grouping
	1	2	
<i>Genicularia</i> sp.	15	36	a
<i>Aspergillus</i> sp.	15		b
<i>Fusarium</i> sp.	15		b
Sig.		1	0,379

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf ($\alpha = 0,05$).

Tabel 4. menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara *Genicularia* sp dengan *Aspergillus* sp, *Genicularia* sp dengan *Fusarium* sp. Sementara *Aspergillus* sp tidak berbeda nyata dengan *Fusarium* sp.

Terdapatnya perbedaan hasil persentase telur tidak menetas pada ketiga isolate fungi disebabkan karena adanya perbedaan jenis fungi entomopatogen yang di gunakan. Hal ini di sebabkan karena setiap jenis fungi entomopatogen memiliki tingkat virulensi atau patogenitas yang berbeda-beda dalam menginfeksi inangnya. Hal ini seperti yang dilaporkan oleh Neves and Alves, (2004) bahwa infeksi fungi terhadap mortalitas serangga berbeda-beda tergantung pada jenis fungi, inang dan kondisi lingkungan.

Dari ketiga isolat fungi yang digunakan *Fusarium* sp. memiliki pengaruh paling yaitu tinggi sebesar 100% terhadap proses penghambatan penetasan telur *Ae. aegypti*. Hal ini diduga karena suhu lingkungan saat penelitian sesuai dengan pertumbuhan *Fusarium* sp untuk berkecambah yaitu pada

suhu 27°C. Hal ini didukung oleh Ridha,dkk., (2008) bahwa suhu yang ideal bagi pertumbuhan fungi yaitu pada suhu kisaran 27-30°C.

Bila di lihat dari struktur morfologinya, fungi *Fusarium* sp memiliki bentuk konidia seperti bulan sabit dan runcing. Spora yang runcing pada fungi *Fusarium* sp diduga dapat memudahkan menginfeksi telur. Selain itu miselium dari *Fusarium* sp juga menghasilkan toxin diantaranya adalah asam fusarik. Asam fusarik mampu menghambat penetasan telur selain enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh *Fusarium* sp. (Claydon et.al,1977).

Aspergillus sp. memberikan pengaruh cukup besar dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*. Fungi *Aspergillus* sp. dilaporkan dapat menghasilkan enzim ekstraseluler seperti kitnase (Purkan dkk., 2016). Selain itu *Aspergillus* juga menghasilkan enzim protease dan lipase (Suciati dkk., 2015). Fungi ini termasuk kedalam kelompok fungi oportunistis yang

memiliki kemampuan virulensi yang rendah dalam menginfeksi serangga. Namun pada beberapa penelitian menunjukkan daya virulensi fungi ini cukup tinggi, seperti yang dilaporkan Indrayani dkk., (2009) bahwa isolat jamur *Aspergillus* sp. dapat menyebabkan mortalitas rayap lebih dari 50%. dengan menggunakan metode kontak.

Genicularia sp. merupakan isolat fungi yang menunjukkan pengaruh terhadap telur yang tidak menetas paling rendah. Hal ini diduga karena enzim ekstraseluler dan toksinya lebih spesifik untuk lalat dan bisa jadi kurang efisien terhadap nyamuk.

Pada Tabel 5. Uji lanjut pengaruh tingkat konsentrasi pengenceran terhadap penetasan telur *Ae. aegypti* dapat diketahui terdapat perbedaan yang nyata antara kontrol dengan perlakuan 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Hasil ini menunjukkan bahwa setiap konsentrasi pengenceran berpengaruh terhadap persentase penetasan telur *Ae.*

aegypti. perlakuan kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Kemudian perlakuan tanpa pengenceran berbeda nyata dengan kontrol, 10^{-3} , 10^{-1} , dan 10^{-2} . sementara pengenceran 10^{-3} tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan 10^{-1} , dan 10^{-2} . Dari pengaruh konsentrasi pengenceran tersebut, konsentrasi 10^{-2} memiliki pengaruh yang cukup tinggi dalam menghambat penetasan telur. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi tersebut kepadatan spora masih cukup tinggi, Semakin tinggi kerapatan konidia maka daya virulensinya akan semakin tinggi, sehingga dapat mempengaruhi atau menghambat penetasan telur. Hal ini didukung oleh Maharani dkk., (2016) yang melakukan penelitian terhadap *Helopeltis antonii*, hasil penelitian di laporkan semakin tinggi tingkat kerapatan konidia maka tingkat mortalitas serangga juga semakin tinggi.

Tabel 5. Hasil uji lanjut Duncan antara konsentrasi fungi entomopatogen terhadap persentase telur *Ae. aegypti* yang tidak menetas

Konsentrasi	N		Subset		Duncan Grouping
	1	3	2	1	
Kontrol	8	2			a
10(tanpapengenceran)	8		42,8		b
10^{-3}	8			47,67	c
10^{-1}	8			48,56	c
10^{-2}	8			49,11	c
Sig.		1	1	0,125	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf ($\alpha = 0,05$).

Selain itu, beberapa faktor yang mempengaruhi patogenitas fungi entomopatogen adalah kelembaban, viabilitas spora, mobilitas, daya tahan dan kemampuan enzimatik atau toksin yang dihasilkan oleh fungi. Hal ini didukung oleh Roddom and Rath, (2000), bahwa pertumbuhan dan virulensi fungi entomopatogen *Metharizium* sp. dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu kelembaban. Semakin tinggi kelembaban udara maka tingkat virulensi fungi juga semakin tinggi. Sebaliknya, virulensi akan semakin menurun dengan semakin menurunnya kelembaban.

Proses penginfeksi fungi entomopatogen dilakukan dengan cara masuk ke dalam tubuh serangga melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Selanjutnya spora yang menempel pada tubuh inang akan tumbuh dan berkembang dengan membentuk tabung kecambah yang kemudian menembus kulit serangga secara mekanis dan kimiawi dengan bantuan enzim (Herdiatiarni dkk., 2014).

KESIMPULAN

Ketiga jenis fungi yang diisolasi yaitu *Genicularia* sp. (asal lalat), *Fusarium* sp. (asal nyamuk) dan *Aspergillus* sp. (asal kecoa) berpengaruh dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*

Konsentrasi suspensi spora fungi yang efektif dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* adalah isolat *Genicularia* sp. dengan konsentrasi pengenceran 10^{-3} .

REFERENSI

Astuti UNW, Cahyani RW, Ardiansyah M. 2004. Pengaruh ekstrak etanol daun mindi (*Melia azedarach* L) terhadap daya tetas telur, perkembangan mortalitas larva *Aedes aegypti*. Laboratorium

Parasitologi. Fakultas Biologi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Barnett, H. L dan B. H. Hunter. 1998. *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi Fourth Edition*. Macmillian Publishing Company. New York.

Claydon, N., J.F. Grove & M. Pople. 1977. insecticidal secondary metabolic products from the entomopathogenic fungus *Fusarium solani*. *J. Invertebr Pathol.* (30):216-223.

Dinkes Kota Bandar Lampung. 2016. *Profil Data Kesehatan Provinsi Lampung tahun 2016*. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Lampung.

Ekowati, C.N. dan B. Irawan. 2017. *Mikologi*. Unila. Bandar Lampung.

Eris, S.. 2015. *Jamur Entomopatogen: potensi Dan Tantangan Sebagai Insektisida Alami Terhadap Serangga Perusak Tanaman Dan Vektor Penyakit Manusia*. *Biotrends*. Vol. 1 No. 1.

Gabriel, BP dan Riyanto. 1989. *Metarizhium anisopliae (Metch) Sor: Taxonomi, Patologi, Produksi dan aplikasinya*. Jakarta : Direktorat Perlindungan tanaman perkebunan, Departemen pertanian.

Herdiatiarni, F., H. Toto., R. Rina. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan Pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik Di Batu, Malang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. Vol. 1 (3): 1-11.

Indrayani, Y dan S. Yusuf. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur kelas *Hypomycetes* Sebagai Bio-Kontrol Untuk Menghambat Aktifitas Rayap Terhadap Kayu. *Jurnal Penelitian Untan*, vol. 14, no. 2, hal 73-87.

- Maharani, S. A., F. Rohman dan S.E. Rahayu. 2016. *Uji Efektivitas jamur entomopatogen Beauveria bassiana Balsamo dan verticillium lecanii (zimmermen) Viegas terhadap Mortalitas Holopeltis antonii Signoret.* ilmiah.um.ac.id.php/biologi/article. Diakses pada tanggal 8 Maret 2019.
- Neves, P.,M., O. J., and S. B. Alves. 2004. Eksternal Events Related to the infection process of cornitermes cumulans (kollar) (isopteran:termitidae) by the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and Metharizium anisopliae. *Journal of Neotropical entomol.* 33 (1) : 051-056
- Ningsih T.S, 2008. *Uji Kerentanan Larva Aedes spp. Terhadap Abate Temephos (Studi Kasus Pada Larva Aedes Spp. di Daeran Endemis DBD Kelurahan Tembalang Semarang. Skripsi. FKM Epidemiologi dan Penyakit Tropik UNDIP. Semarang.*
- Supartha,I.W. 2008. *Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, Aedes aegypti(Linn.) dan Aedes albopictus(Skuse)(Diptera: Culicidae).* Tesis Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar, Bali.
- Widiastuti,D. dan I.F. Kalimah. 2016. Efek Larvasida Metabolit Sekunder Beauveria bassiana Terhadap Kematian Larva Aedes aegypti. *Spirakel.* 8 (2) : 1-8

Pola Persebaran dan Kelimpahan Burung Air pada Areal Lahan Basah di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur

Puspa Sari Dewi^{1),2)}, Nuning Nurcahyani¹⁾, Tugiyono¹⁾, Sugeng P. Harianto¹⁾, Harnes Abrini^{2),3)}

¹⁾Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

²⁾KPA Cairina Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

³⁾Yayasan Titian Letari, Pontianak, Indonesia

Email : puspasd1525@gmail.com,

ABSTRACT

Water birds are one of the ecological birds that depend on wetlands. Wetland is an ecosystem that has various ecological functions that are important for air birds such as nesting sites, breeding grounds, foraging and various other daily activities. The purpose of this study was to study the distribution patterns and abundance of air birds in the wetlands area in Margasari Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. This research was carried out in February-March for 12 days with three main observation days and nine days of repetition. Data was collected at three observation locations, namely in the area of rice fields, ponds and mangrove forests in the morning at 06.00-09.00 and in the afternoon at 15.00-16.00. Identification of bird species is carried out directly by using books about birds in Sumatra, Java, Bali and Kalimantan. This study uses the method of calculating points and descriptive analytic data by describing the analysis of the distribution patterns and abundance of air birds found at the observation site. The results of the study show that the species of birds in the air are clustered in all collection locations, except in the location of ponds in the species of common kingfisher (*Alcedo atthis*), which have regular distribution patterns. The abundance of waterfowl species is low on average in all study sites, high abundance in javan pond-heron (*Ardeola speciosa*) and little egret (*Egretta garzetta*) at rice field locations, high abundance in little egret species (*Egretta garzetta*) and little black cormorants (*Phalacrocorax sulcirostris*) at the farm location, moderate abundance in the type of glossy ibis (*Plegadis falcinellus*).

Keywords: aerial birds, wetlands, distribution patterns, abundance.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki keanekaragaman jenis burung yang cukup tinggi dengan jumlah mencapai 1.777 jenis, yang persebarannya bersifat migran ataupun menetap (Burung Indonesia, 2019). Burung merupakan indikator kualitas lingkungan yang mudah dijumpai di berbagai tempat dan memiliki posisi penting sebagai kekayaan satwa di Indonesia yang jenisnya sangat beranekaragam dengan memiliki keindahan tersendiri pada masing-masing jenis (Wisnubudi, 2009).

Persebaran burung hampir di berbagai tempat. Burung terdapat di suatu

tempat apabila pada tempat tersebut terpenuhi kebutuhan hidupnya, yaitu habitat yang mendukung dan aman dari ancaman predator (Hernowo dan Prasetyo, 1989). Selain di wilayah konservasi terdapat burung-burung yang hidup di wilayah perkebunan, persawahan, pemukiman, pertambakan dan lainnya yang perlu diperhatikan untuk upaya konservasi diwaktu yang akan datang (Dewi, 2005).

Pola persebaran merupakan karakter penting dalam suatu komunitas ekologi. Hal ini biasanya yang pertama kali diamati dalam melihat beberapa komunitas dan salah satu sifat dasar dari kebanyakan kelompok organisme hidup. Informasi

mengenai kepadatan populasi dirasakan belum cukup untuk memberi gambaran yang lengkap mengenai keadaan suatu populasi yang terdapat dalam suatu habitat. Dua populasi mungkin saja memiliki kepadatan yang sama, tetapi mempunyai perbedaan yang nyata dalam pola sebaran spasialnya. (Iskandar & Colijn, 2000). Pengetahuan mengenai penyebaran sangat penting untuk mengetahui tingkat pengelompokan dari individu yang dapat memberikan dampak terhadap populasi dari rata-rata per unit area (Soegianto, 1994).

Penelitian tentang pola persebaran burung air dimaksudkan untuk mempelajari sifat dasar dari kebanyakan kelompok organisme dan untuk mengetahui tingkat pengelompokan dari individu (Soegianto, 1994) yang singgah atau menetap pada wilayah baru dan dapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya spesies invasif pada wilayah tersebut (Avila, dkk., 2013).

Salah satu jenis burung yang saat ini perlu diperhatikan status konservasinya adalah jenis burung air. Burung air merupakan salah satu jenis burung yang secara ekologis bergantung pada lahan basah yang menjadi salah satu indikator untuk menilai pentingnya kondisi suatu lahan basah. Lahan basah meliputi hutan mangrove, dataran berlumpur, danau, rawa, sawah, tambak dan lain-lain. Burung air

sering dijumpai dalam bentuk berkelompok terutama saat ada ancaman yang akan mengganggu keberlangsungan hidupnya (Shahnaz dkk., 1995).

Lahan basah merupakan habitat penting untuk bersarang dan membesarkan anak, mencari makan, tempat berlindung dan berinteraksi sosial. Hubungan antara lahan basah dan burung air sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air, makanan, tempat berlindung dan predator (Alikodra, 2002). Untuk itu penelitian ini perlu dilakukan, mengingat pentingnya menjaga ekosistem lahan basah di wilayah tersebut supaya masih ramai dikunjungi burung air yang mencari makan ataupun bersarang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola persebaran dan kelimpahan burung air pada areal lahan basah di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur serta potensi gangguan manusia pada lokasi tersebut.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Maret 2019 di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur pada areal lahan basah berupa hutan mangrove, tambak dan sawah.



Gambar 1. Lokasi Pengamatan (modifikasi dari Google Eart 2019).

B. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode *point count*. Titik pengamatan dibagi menjadi 3 titik dengan jarak antar titik sejauh 50 meter. Pengamatan dimulai dari titik hitung satu, dengan melakukan pengamatan dan pencatatan terhadap perjumpaan burung air pada lembar kerja. Waktu yang digunakan dalam pengamatan adalah 20 menit. Setelah waktu 20 menit tersebut selesai, pengamatan dilakukan pada titik pengamatan yang berikutnya dan melakukan hal sama sebagaimana prosedur pada titik sebelumnya.

Pengambilan data dilakukan selama 12 hari dengan tiga hari pengamatan utama dan sembilan hari pengulangan. Identifikasi jenis burung dilakukan secara visual. Pengamatan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00-09.00 WIB dan sore hari

pukul 15.00-18.00 WIB secara berulang sebanyak 3 kali pengulangan untuk setiap

lokasi pengamatan dengan parameter penelitian yaitu waktu, jenis, lokasi, jumlah dan cuaca pada saat ditemukannya burung air pada lokasi pengamatan.

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dengan menjabarkan analisa daftar jenis burung, pola persebaran dan kelimpahan burung air. Untuk mengetahui pola persebaran dari data yang telah didapat, akan dianalisis menggunakan indeks persebaran Poisson (Sugito, 2011). Data yang diperoleh ditabulasikan dalam bentuk tabel melalui Microsoft Excel, kemudian data tersebut selanjutnya dianalisa dalam penghitungan indeks Poisson menggunakan rumus :

$$S^2 = \frac{(\sum xi^2) - (\sum \bar{x} i)^2/n}{n - 1}$$

keterangan :

S^2 : Variansi

n : Jumlah spot yang diamati

$\Sigma \bar{x}_i$: Jumlah rata-rata burung i
yang ditemukan

Nilai yang didapatkan dari indeks ini digunakan untuk mengetahui pola persebaran burung air yang terdapat di areal lahan basah Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai ke dalam tiga kategori :

Jika :

$S^2 = \bar{x}$: pola persebaran random/acak

$S^2 > \bar{x}$: pola distribusi
mengelompok

$S^2 < \bar{x}$: pola persebaran teratur

Untuk mengetahui indeks kelimpahan relatif dapat dihitung dengan persamaan yang diadopsi dari Krebs (1968) :

$$IKR = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

IKR = Indeks Kelimpahan Relatif

ni = Jumlah individu suatu spesies

N = Jumlah total individu yang ditemukan

Selanjutnya nilai indeks kelimpahan relatif digolongkan dalam tiga kategori yaitu tinggi (>20%), sedang (15%-20%), dan rendah (<15%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pola Persebaran Burung Air

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada tiga lokasi penelitian yaitu pada areal sawah, tambak dan hutan mangrove ditemukan sebanyak 28 jenis burung air dari 10 suku. Jenis-jenis burung air yang ditemukan selama penelitian dan pola persebarannya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pola Persebaran Burung Air

Jenis burung	Pola Persebaran		
	Sawah	Tambak	Hutan Mangrove
Bambangan merah	M	-	-
Bambangan coklat	M	-	-
Blekok sawah	M	M	M
Cangak abu	-	-	M
Cangak merah	-	M	-
Kokokan laut	-	M	M
Kuntul besar	-	M	M
Kuntul cina	-	M	M
Kuntul kecil	M	M	M
Kuntul kerbau	M	-	M
Kuntul perak	M	M	M
Cekakak belukar	M	-	-
Cekakak sungai	M	-	-
Raja udang biru	M	M	M
Raja udang erasia	-	T	-
Belibis polos	-	-	M
Bangau bluwok	-	-	M
Bangau tong tong	-	-	M

Cerek tilil	M	M	M
Pecuk padi kecil	-	-	M
Pecuk padi hitam	M	M	M
Gagang bayam timur	-	M	-
Gagang bayam belang	-	M	-
Gajahan penggala	-	-	M
Trinil pantai	M	M	M
Trinil semak	-	M	M
Dara laut jambul	-	-	M
Ibis roko roko	M	M	M

Keterangan : M = Mengelompok, T = Teratur

Berdasarkan Tabel 1. Dapat dilihat bahwa pola persebaran jenis burung air mengelompok di semua lokasi pengamatan, kecuali di lokasi tambak yaitu pada jenis raja udang erasia (*Alcedo atthis*) yang memiliki pola persebaran teratur.

Berdasarkan pengamatan, burung air yang sering ditemukan di seluruh lokasi penelitian adalah kuntul kecil (*egretta garzetta*). Pada saat pengamatan, jenis burung kuntul kecil terdapat pada semua lokasi pengamatan yaitu di sawah, tambak dan hutan mangrove. Menurut MacKinnon (2010), kuntul kecil memiliki tubuh sedang berukuran 60 cm, berbulu putih. Pada waktu berbiak bulu putih bersih, tengkuk berbulu tipis panjang, bulu pada punggung dan dada berjuntai. Memiliki iris kuning, muka kuning kehijauan (kemerahjambuan pada waktu berbiak), paruh selalu hitam, tungkai dan kaki hitam (dengan jari kuning pada ras pendatang migrasi).

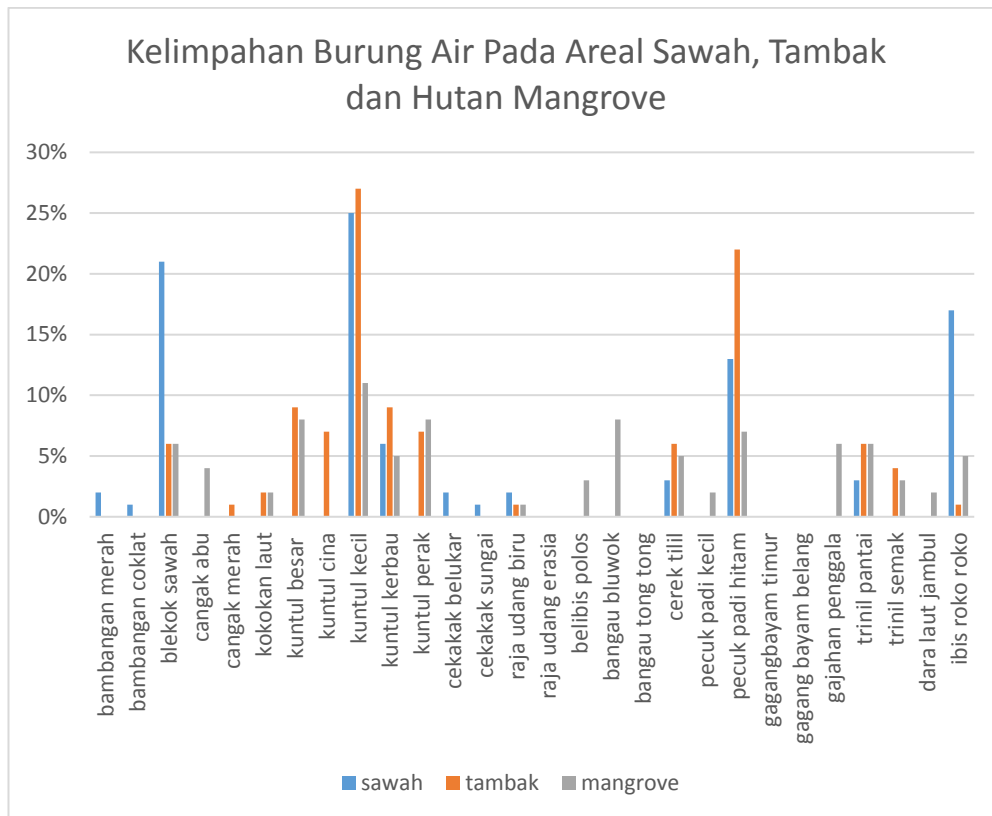
Pada saat pengamatan burung kuntul kecil terlihat sedang berkelompok dengan burung air lainnya, mencari makan dan beristirahat. Hal ini diduga karena kuntul kecil sering mengunjungi sawah, hamparan lumpur, dan daerah pasang surut air laut. Mencari makan dalam kelompok yang

tersebar, sering berbaur dengan jenis lain dan bersarang dalam koloni bersama dengan burung air lain.

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan pada tiga lokasi yaitu di areal sawah, tambak dan hutan mangrove, pola persebaran burung air jarang ditemui dalam bentuk acak ataupun teratur melainkan dalam bentuk mengelompok, hal tersebut diduga terjadi karena pada lokasi penelitian terdapat pakan yang melimpah, tempat beristirahat dan hamparan lumpur yang luas sehingga banyak dikunjungi burung air yang mencari makan dan beristirahat secara berkelompok. Menurut Junaidi, dkk (2009) pola mengelompok bagi organisme di alam tergantung pada sifat spesifik, ketersediaan makanan, cuaca, faktor fisika kimia, tipe susunan reproduksi yang khas dari spesies dan tingkat sosial.

B. Kelimpahan Burung Air

Teramati ada 28 jenis burung air yang menyebar di areal lahan basah lokasi penelitian yaitu sawah, tambak dan hutan mangrove. Pada areal sawah, tercatat 12 jenis burung, 15 jenis pada areal tambak, dan 12 jenis pada areal hutan mangrove. Kelimpahan burung air pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan : > 20% = tinggi, 15% - 20% = sedang, <15% = rendah

Gambar 2. Grafik Kelimpahan Burung Air

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa kelimpahan burung air pada tiga lokasi pengamatan yaitu di sawah, tambak dan hutan mangrove rata-rata rendah yaitu kurang dari 15 %, tetapi pada jenis blekok sawah (*Ardeola speciosa*) dan kuntul kecil (*Egretta garzetta*) kelimpahannya tinggi yaitu lebih dari 20 % pada lokasi sawah, pada jenis kuntul kecil (*Egretta garzetta*) dan pecuk padi hitam (*Phalacrocorax sulcirotris*) kelimpahannya tinggi tetapi pada lokasi tambak, pada jenis ibis roko roko (*Plegadis falcinellus*) kelimpahannya sedang yaitu diantara 15 % sampai dengan 20 % pada lokasi sawah. Hal ini diduga karena jenis burung ini sangat bergantung pada lahan basah dan hamparan lumpur yang luas untuk mencari makan serta sangat sering di jumpai dalam jumlah individu yang banyak pada saat

pengamatan. Dalam penelitian Erni Jumilwaty (2011), menyebutkan bahwa melimpahnya jenis burung air berhubungan dengan kondisi hamparan yang tersebar di lokasi penelitian yang saling berdekatan sehingga memudahkan burung air yang sedang mencari makan berpindah dari suatu lokasi ke lokasi lainnya untuk memperoleh makan dan mengeksplorasi makanan sesuai dengan kebutuhan hidupnya.

C. Potensi Gangguan Terhadap Burung Air

Lokasi penelitian merupakan areal lahan basah yang terdapat di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Mringgai Kabupaten Lampung Timur. Lahan basah merupakan lokasi yang sering didatangi oleh burung air baik burung air penetap maupun migran. Burung air pada lokasi

penelitian memiliki potensi gangguan tersendiri pada masing – masing habitat.

Pada lokasi penelitian di areal sawah banyak ditemukan aktivitas burung yang sedang berkumpul dan mencari makan. Potensi gangguan yang terlihat pada saat pengamatan adalah tingginya aktivitas masyarakat yang sering melintas menggunakan sepeda motor di dekat areal sawah serta aktivitas petani yang sedang memupuk sawah sehingga burung air takut dan berpindah tempat.

Pada lokasi penelitian di areal tambak, burung air banyak terlihat berkumpul dan mencari makan di lokasi tambak yang kering tetapi tak jarang pula yang terlihat berkumpul dipinggiran tambak berair atau menyelam mencari mangsa. Potensi gangguan terhadap burung air yang terlihat pada saat pengamatan adalah terdapatnya jaring-jaring yang terbentang luas dan banyak burung-burung yang terperjat didalamnya. Aktivitas manusia yang sering berlalu lalang diareal tambak membuat burung air takut dan terbang pergi.

Pada lokasi penelitian di hutan mangrove burung air sering terlihat mencari makan pada saat surut, hal tersebut karena memudahkan burung untuk menangkap mangsa. Potensi gangguan terhadap burung air pada lokasi penelitian areal hutan mangrove adalah nelayan yang melintas dengan menggunakan perahu yang

menimbulkan suara berisik sehingga burung air takut dan pergi. Kemudian menurut warga setempat pada musim kemarau sering terjadi pemburuan burung air untuk dijual dan dikonsumsi dagingnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Pola persebaran jenis burung air mengelompok di semua lokasi pengamatan, kecuali di lokasi tambak yaitu pada jenis raja udang erasi (*Alcedo atthis*) yang pola persebarannya teratur, kelimpahan jenis burung air rata-rata rendah pada semua lokasi penelitian, kelimpahan tinggi pada jenis blekok sawah (*Ardeola speciosa*) dan kuntul kecil (*Egretta garzetta*) di lokasi sawah, kelimpahan tinggi pada jenis kuntul kecil (*Egretta garzetta*) dan pecuk padi hitam (*Phalacrocorax sulcirostris*) di lokasi tambak, kelimpahan sedang pada jenis ibis roko roko (*Plegadis falcinellus*).

REFERENSI

- Alikodra, H. S. 2002. *Pengelolaan Satwa Liar*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Avila, G.A, A.L. Bernedt, I.G. Holwell. 2013. *Dispersal Behavior of Parasitic Waps Cotesiaurabae (Hymenoptera : Braconidae) : A Recently Introduced agent*
- Lanskap Hutan Tanaman Pinus (Studi Kasus: Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu). (Skripsi). InstitutPertanian Bogor. Bogor.
- Erni Jumilawaty, Ani Mardiatuti, Lilik Budi Prasetyo, Yeni Aryati Mulyani. 2011. Keanekaragaman Burung Air Di bagan Percut, deli Serdang Sumatera Utara. (*Jurnal*). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- for the Control *Urabalugens (Lepidoptera : Nolidae)* in New Zealand. *Biological Control* 66 (2013) 166-172
- Burung Indonesia. 2019. *Gambar: Infografis Status Keterancaman Burung Indonesia 2019* <http://www.burung.org> diakses pada 18 Juni 2019.
- Dewi, T. S. 2005. *Kajian Keanekaragaman Jenis Burung di Berbagai Tipe*

- Hernowo, J. B. Dan Prasetyo, L. B. 1989. Konsep Ruang Terbuka Hijau di Kota Sebagai Pendukung Pelestarian Burung (The Concept of Green Space Area in Town to Support Bird Conservation). (Jurnal Media Konservasi). 2(4) : 12-25.
- Iskandar, D. T., and E.Colijn. 2000. *Preliminary Checklist of Southeast Asian and New Guinean Herpetofauna. I. Amphibians*. Treubia. Batavia 32 : 1-134.
- Junaidi E, Sagala E P. Joko. 2009. *Kelimpahan Populasi dan Pola distribusi Remis (Corbicula Sp) di Sungai Borang Kabupaten Banyuasin*. Jurnal Penelitian Sains.
- MacKinnon, J., Philipps, K. Dan Van Balen, B. 2010. *Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan kalimantan*. Buku. LIPI Seri Panduan lapangan. Bogor. 509 hlm.
- Rusila Noor, Y., M. Khazali dan I.N.N Suryadiputra. 1999. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: Ditjen. PHKA dan Wetlands.

Kegiatan Pemanfaatan Lahan Pada Lahan Izin Pinjam Pakai di Kawasan Hutan Negara Untuk Lahan Pertanian Oleh Pengungsi Gunung Sinabung

Ari Prianta Sembiring¹, Indra Gumay Febryano¹, Trio Santoso¹, Rommy Qurniati¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung
35145 Lampung, Indonesia.

Email: ariprianta@gmail.com

Abstract

The eruption of Mt. Sinabung caused refugees to be relocated to safer and more appropriate places for an undetermined period of time, so land is needed for farming to meet their daily needs in a sustainable way. The government also issues agricultural land permits to be managed equally by refugees. The division of land is based on the Decree of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number SK.271 / Menlhk-Setjen / 2015 concerning Amendments to the Decree of the Minister of Environment and Forestry Number SK. 107 / MENLHK-II / 2015 April 6, 2015 concerning the Borrowing and Use of Forest Areas Permit for Agricultural Land for Mount Sinabung Eruption Victims in Permanent Production Forest Areas on Behalf of the Karo Regent, in Karo District, North Sumatra Province Covering an area of 416.44 ha. Agricultural land distributed by the government per family of 0.5 hectares was given to three relocated villages namely Simacem, Bekerah and Sukameriah villages with a usage period of 20 years. Agricultural land use activities carried out by refugees such as planting vegetables, fruits, flowers and MPTS (Multy Purpose Tree Species) to encourage the economy that is in the location.

Keyword: land use, agriculture, refugees

PENDAHULUAN

UU tentang Penanggulangan Bencana nomor 24 tahun 2007 membagi bencana berdasarkan penyebabnya dibagi dalam tiga kategori yaitu:

1. Bencana akibat dari peristiwa oleh bencana alam seperti gempa bumi, tsunami,
2. gunung meletus, angin topan, tanah longsor, kekeringan dan banjir.
3. Bencana non-alam akibat peristiwa non alam seperti gagal modernisasi,
4. epidemi, wabah penyakit.
5. Bencana sosial akibat perselisihan sosial antar kelompok atau antar komunitas
6. Masyarakat dan teror.

Bencana alam gunung berapi menyebabkan masyarakat harus direlokasi ke tempat lebih aman sampai jangka waktu yang

ditetapkan. Relokasi dilakukan pada tempat yang layak agar dapat melangsungkan aktivitas kehidupan dengan perencanaan yang matang sesuai kesepakatan antara pemerintah dengan masyarakat. Pihak yang terlibat dalam menentukan relokasi melalui pertimbangan dari aspek ekonomi, sosial dan lingkungan berkelanjutan dalam mengambil keputusan (Melo *et al.*, 2017). Opsi relokasi yang cocok adalah lahan hutan negara.

Peralihan fungsi lahan hutan dapat dilakukan dengan mengajukan izin pinjam pakai kawasan hutan sesuai dengan peruntukannya. Penataan kawasan hutan dibuat skema desain tata ruang wilayah dalam penataannya, sebagai upaya dalam pemanfaatan alih fungsi hutan secara berkala yang menyangkut berbagai fasilitas dan peruntukan dalam jangka waktu yang

panjang. Hal ini mencegah terjadinya ketidaksesuaian fungsi dan batas lahan (Mancheva, 2017). Lahan yang dikelola harus sesuai pola pemanfaatan dan pengaturan tata ruang kawasan relokasi yang tepat untuk memastikan lahan yang digunakan berfungsi optimal. Penggunaan lahan dengan didampingi oleh pemerintah dan lembaga yang berkepentingan untuk mendorong masyarakat memiliki kepedulian dan semangat untuk mengolah lahan dalam bercocok tanam (Danchecko, 2015).

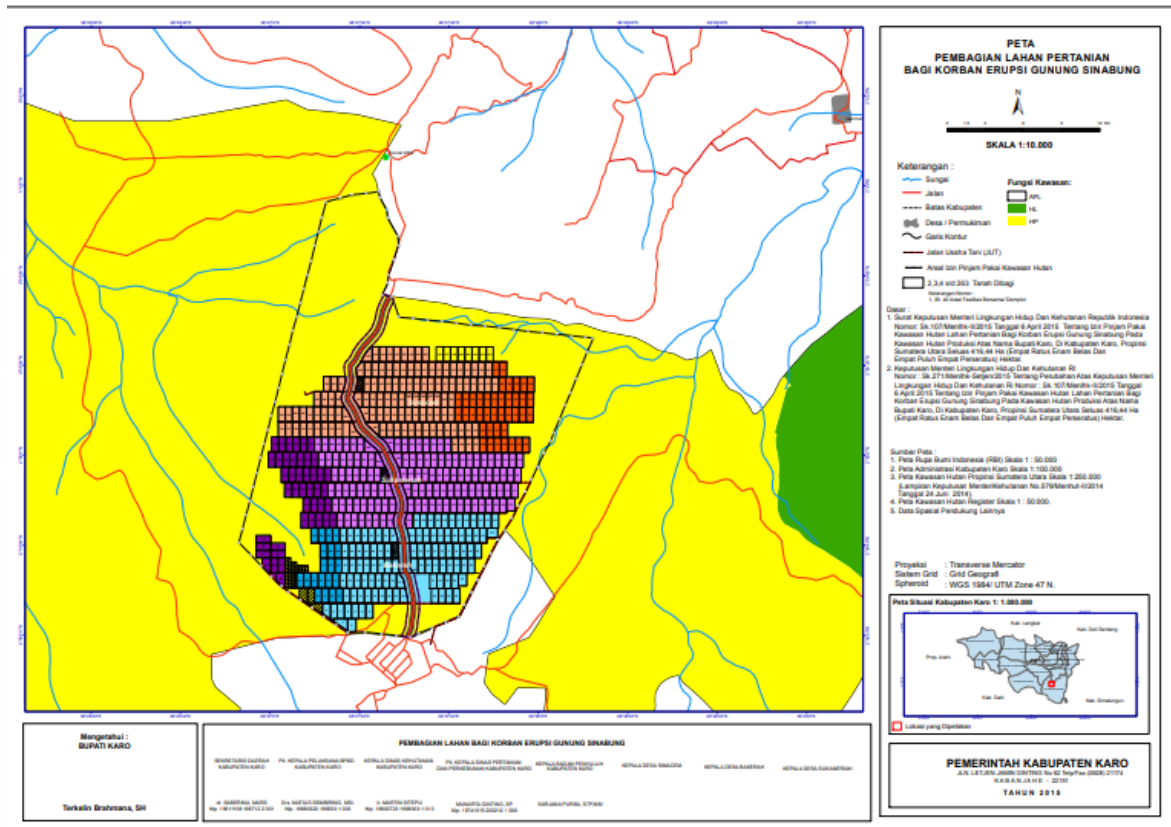
Masyarakat berperan penting dalam pemanfaatan lahan yang dipinjam pakai oleh pemerintah khususnya dalam mengelola lahan tersebut. Pemilihan jenis tanaman MPTS (*multi purpose tree species*) dijadikan alternatif dalam bercocok tanam pada lahan yang dikelola. Hal ini potensial untuk dikembangkan dalam melestarikan lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar agar kehidupan masyarakat dapat berlangsung secara kesinambungan (Qurniati *et al.*, 2017 and Wulandari *et al.*, 2018).

Penelitian dilakukan mengetahui bentuk kegiatan pemanfaatan lahan yang dikelola oleh pengungsi yang direlokasi ke wilayah tersebut. Hasil penelitian ini merupakan bentuk kepedulian terhadap lahan yang dikelola oleh pengungsi yang memiliki peranan penting dalam pengelolaan lahan yang diberikan oleh pemerintah sehingga

dapat dijadikan acuan pemerintah dalam menentukan kebijakan serta pemberdayaan dalam upaya peningkatan kesejahteraan hidup masyarakat yang direlokasi. Selain itu mengetahui bentuk kegiatan pemanfaatan lahan yang dikelola agar tetap optimal dan menjaga kelestarian lingkungan sekitar.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juli 2019 sampai dengan Agustus 2019 di kawasan Relokasi Siosar, Kabupaten Karo. Kawasan relokasi tersebut terdiri dari tiga desa yaitu Desa Bekerah, Desa Simacem dan Desa Sukameriah dipilih sebagai lokasi penelitian karena pengungsi mengelola lahan yang sudah beralih fungsi dari kawasan hutan menjadi lahan pertanian sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Pengungsi harus beradaptasi dengan lokasi yang baru dalam kegiatan pemanfaatan lahan karena desa yang ditempati sekian lama masuk dalam zona bahaya erupsi Gunung Sinabung sehingga harus direlokasi secara permanen oleh pemerintah. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara wawancara mendalam, observasi partisipan dan studi dokumentasi. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi Letak Desa Berdasarkan Undian Untuk Menentukan Lokasi Desa dan Lahan Yang Dikelola

Penetapan informan dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dengan pendekatan studi kasus. Rangkaian bukti dipelihara agar mengikuti asal muasal bukti dari pertanyaan awal sampai akhir dari studi kasus yang diteliti (Yin, 2015).

Teknik pengambilan sampel dipilih dengan pertimbangan tertentu berdasarkan karakteristik tertentu yang dinilai memiliki keterkaitan dengan ciri-ciri atau karakteristik dari populasi yang akan diteliti untuk memperoleh data yang akurat. Wawancara lebih banyak bersifat informal dan fleksibel, mengikuti norma yang berlaku pada *setting* local dalam membina hubungan yang erat serta meningkatkan kepercayaan individu yang diteliti. Kegiatan pemanfaatan lahan oleh masyarakat dianalisis secara kualitatif

untuk mengetahui kegiatan yang dilakukan pada lahan yang dikelola dengan cara wawancara dan observasi partisipan (Irawan,2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pihak yang diwawancarai seperti pada tabel 1, lokasi kawasan dalam kegiatan pemanfaatan lahan seperti pada gambar 2 dan lahan pertanian yang dikelola oleh pengungsi seluas 0,5 ha seperti pada gambar 3

Tabel 1 Nama Informan Yang Mengelola Lahan

No	Nama	Desa
1	Awal Udin Sembiring	Bekerah
2	Arihta Sitepu	Bekerah
3	Kasman Sitepu	Bekerah
4	Asni Br Pandia	Bekerah
5	Tuah Milala	Bekerah
6	Mbiri Sembiring	Simacem
7	Senen Sitepu	Simacem

8	Roniko Sitepu	Simacem
9	Trisna Br Surbakti	Simacem
10	Rudianto Sembiring	Simacem
11	Yani Ginting	Sukameriah
12	Rahman Ginting	Sukameriah
13	Biasa Ginting	Sukameriah
14	Dahrim Milala	Sukameriah
15	Ingan Ginting	Sukameriah
16	Irfan Ginting	Sukameriah



Gambar 2. Lokasi Kawasan Relokasi Siosar



Gambar 3. Lahan Pertanian Yang Dikelola Oleh Pengungsi Seluas 0,5 Ha

B. Pembahasan

Berdasarkan data tersebut dilakukan wawancara mendalam kepada informan tersebut selain ikut serta dalam mengelola lahan juga mengetahui rangkaian awal kegiatan pemanfaatan lahan yang dikelola oleh pengungsi sejak mereka diungsikan ke lokasi tersebut.

Hasil wawancara mendalam dilakukan kepada informan tersebut bahwa pengungsi dapat mengelola lahan selama 20 tahun dengan status izin pinjam pakai. Izin pengelolaan lahan pertanian hanya diberikan kepada warga yang memiliki lahan didesa mereka sebelumnya. Lahan yang dikelola oleh pengungsi dilakukan pengundian setiap desa yang direlokasi dengan luas lahan seluas 0,5 hektar.

Lahan tersebut selanjutnya dilakukan pembersihan dengan biaya Rp 18.000.000,- oleh setiap KK (Kepala Keluarga) yang

mengelola lahan tersebut, hal ini seperti pada gambar 1 yang bertujuan agar lahan tersebut dapat ditanami tanaman sehingga proses cocok tanam segera dilakukan. Kegiatan pemanfaatan lahan dengan bercocok tanam sesuai dengan keinginan masyarakat tersendiri tanpa ada kesepakatan ataupun rekomendasi dari pemerintah.

Kewenangan kepada pengungsi dalam menentukan jenis tanaman sesuai dengan yang diinginkan bertujuan agar memiliki kebebasan dalam pemanfaatannya sebab pemerintah hanya berwenang dalam menentukan luas dan mengeluarkan izin pinjam pakai untuk lahan pertanian tersebut.

Jenis tanaman pertanian yang ditanam oleh pengungsi secara umum seperti kentang, kopi, jeruk, jagung, cabai merah, dan bawang. Pemilihan jenis tanaman tersebut berdasarkan rekomendasi, kesesuaian lahan dan pengalaman yang telah dimiliki oleh

masyarakat dalam bercocok tanam dalam mendukung perekonomian. Kendala yang dihadapi dalam yang pengelolaan lahan adalah ketersediaan air untuk pertanian dan cuaca yang terkadang kurang mendukung sehingga hal ini menjadi salah satu kendala dalam pengelolaan lahan tersebut.

KESIMPULAN

Bentuk kegiatan pemanfaatan lahan yang dilakukan oleh pengungsi dengan melakukan cocok tanam dengan jenis tanaman secara umum yaitu kentang, kopi, jeruk, jagung, cabai merah, dan bawang untuk mendukung perekonomiannya. Pemilihan jenis tanaman sesuai dengan keinginan dan kebutuhan oleh para pengelola lahan. Lahan yang dikelola dengan sistem izin pinjam pakai selama 20 tahun dengan luas 0,5 Ha setiap KK (Kepala Keluarga) terhadap tiga desa yang direlokasi secara permanen yaitu Desa Bekerah, Desa Simacem dan Desa Sukameriah.

REFERENSI

- Danchecko, M.A., Danchecko, M.A., Myasnikov A.G. 2015. Humanitarian Bases of teaching specialists forestry at Tomsk University. *Social and Behavioral Sciences* 200 (2015): 418–422.
- Irawan, P. 2006. *Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif untuk Ilmu – Ilmu Sosial*. Fisip UI. Depok. 236 hlm.
- Mancheva, I. 2017. Which factors spur] forest owners' collaboration over forest waters. *Forest Policy And Economics*: 3-10.
- Melo, A., Cunha, J., Ferreira, P, 2017. Business model for forest management. *Procedia Manufacturing* 13: 940-947.
- Qurniati, R., Febryano, I.G., Zulfiani, D. 2017. How trust influence socialcapital to support collective action in agroforestry development? *Biodiversitas*. 18 (3) : 1201-1206.
- Republik Indonesia. 2007. Undang – Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Lembaran Negara RI Tahun 2007, No. 66. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Wulandari, C., Bintoro, A., Rusita., Santoso, T., Duryat., Kaskoyo, H., Erwin., Budiono, P. 2018. Community forestry adoption based on multipurpose tree species diversity towards to sustainable forest management in ICEF of University of Lampung, Indonesia. *Biodiversitas* 19 (3): 1102-1109.
- Yin, R.K. 2015. *Studi Kasus: Desain dan Metode* Robert K. Yin penerjemah : M. Djazulu Mudzakir-Ed. 1,- Cet. 14.- Rajawali Pers. Jakarta.

Keberadaan Satwa Mangsa, Potensi Ancaman dan Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) di Dalam dan Sekitar Kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan Berdasarkan Kamera

M Khairul Ikhwan¹, Iskandar¹, Indra Perdana¹, Andri Hansen Siregar², Muhammad Yunus¹

¹Yayasan Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera, Indonesia

²Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Provinsi Riau, Indonesia

Email: khairulikhwan1995@gmail.com

ABSTRACT

Yayasan Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera (PKHS) funded by TFCA Sumatra, has commit to support the conservation effort for viability of sumatran tiger in Kerumutan Wildlife Reserve. Since 2017, we have found various of potentially Sumatran tiger prey consist of wild boar (*Sus scrofa*), pig tailed monkey (*Macaca nemestrina*), and mouse deer (*Tragulus kanchil*) which captured by camera trap in Pasir Ringit Region, South Resort of Kerumutan Wildlife Reserve. Illegal activities were captured in study area which could be a potential threat of sumatran tiger and its prey surrounding the wildlife reserve. We hope information about illegal activity in inside and outside of Kerumutan Wildlife Reserve could be help stakeholder to maintain the strategy of conservation action mainly sumatran tiger. We also show frequency of sumatran tiger activity in outside the wildlife reserve as a base information to prevent human-tiger conflict that could potentially happened in community settlement round the study area. For the first time we also show the Relative Abundance Index of its prey to compare condition inside the wildlife reserve and the outside. This study is expected as a recent base information the existence of prey, potential threat and sumatran tiger to support conservation action in Kerumutan Wildlife Reserve.

Keyword: prey, sumatran tiger, illegal activity, kerumutan wildlife reserve

PENDAHULUAN

Harimau sumatera adalah salah satu dari 25 satwa prioritas yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) berdasarkan surat keputusan Direktur Jendral Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem (KSDAE) Nomor 180/IV-KKH/2015. Selain habitat yang luas, harimau sumatera juga memerlukan satwa yang dapat dimangsa sebagai pakannya agar dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Keberadaan satwa mangsa memiliki peranan yang penting dalam mendukung upaya konservasi harimau sumatera karena menjadi salah satu hal yang dapat menentukan daerah jelajah individu harimau (Ahearns dkk., 2001). Perusakan habitat dan pemburuan menjadi tekanan

utama yang memaksa satwa mangsa berpindah-pindah dan dapat mempengaruhi keberadaan harimau sumatera (Dinata dan Sugardjito, 2008).

Harimau di alam liar memerlukan 5-6 Kilogram daging setiap hari yang sebagian besar adalah rusa sambar (Sunquist dkk., 1999). Selain rusa sambar, berdasarkan analisis rambut yang berada di dalam feses, harimau sumatera juga menjadikan babi, monyet ekor panjang, beruk, kijang dan beruang madu sebagai satwa mangsanya (Franklin dkk., 1999; Sriyanto., 2003) Sebagai predator yang terletak di tingkat paling atas, keberadaan harimau sumatera memegang peran penting dalam ekosistem, tetapi sayangnya berada di posisi yang sangat rawan terhadap kepunahan dibandingkan

dengan jenis satwa lain apabila kawasan hutan terpisah-pisah dan mengalami fragmentasi, sehingga tidak mampu mendukung perkembangan populasi hewan mangsa (Woodfoffe dan Ginsberg, 1998).

Ancaman pemburuan terhadap satwa mangsa juga ikut menjadi ancaman untuk populasi harimau sumatera di habitat aslinya. Selain pemburuan dan kerusakan habitat, terdapat sejumlah hal yang bisa mengancam populasi satwa mangsa harimau seperti aktifitas penebangan kayu baik dalam skala besar ataupun kecil (legal dan illegal), konversi lahan pertanian serta kebakaran hutan (Linkie dkk., 2003; Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2007; Budiman dkk., 2017). Pergerakan harimau menuju keluar kawasan konservasi dan menuju pemukiman warga menjadi potensi terjadinya konflik antara harimau-manusia yang juga menjadi ancaman tersendiri bagi keberadaan populasi harimau sumatera (Wibisono dan Pusparini, 2010).

Suaka Margasatwa Kerumutan adalah salah satu habitat bagi harimau sumatera yang memiliki sekitar 80% wilayah berupa rawa gambut dan rawa air tawar. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: SK.4643/Menlhk-PKTL/KUH/2015 wilayah Kerumutan ditetapkan sebagai kawasan suaka margasatwa dengan luas 95.047,87 hektar yang terbagi menjadi resort utara dan resort selatan (BBKSDA Provinsi Riau, 2017). Rawa dan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berada di kerumutan memiliki peran penting sebagai salah satu lahan basah di Sumatra karena memiliki manfaat sebagai aliran sumber air untuk kebutuhan masyarakat sekitarnya, pemeliharaan biodiversitas, menyediakan sumber daya alam terbarukan dan yang paling penting adalah habitat bagi beragam tanaman dan satwa, seperti harimau dan satwa mangsanya

(Widyatmoko dkk., 2005) Hingga saat ini, informasi mengenai satwa mangsa, potensi ancaman serta keberadaan harimau sumatera di Suaka Margasatwa Kerumutan masih terbatas.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menampilkan data terkini mengenai satwa mangsa, potensi ancaman serta keberadaan harimau sumatera berdasarkan kamera trap yang dipasang baik di dalam maupun di luar sekitar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan yang diharapkan dapat menjadi informasi terbaru untuk pengelolaan dan rencana aksi konservasi di wilayah tersebut.

METODE

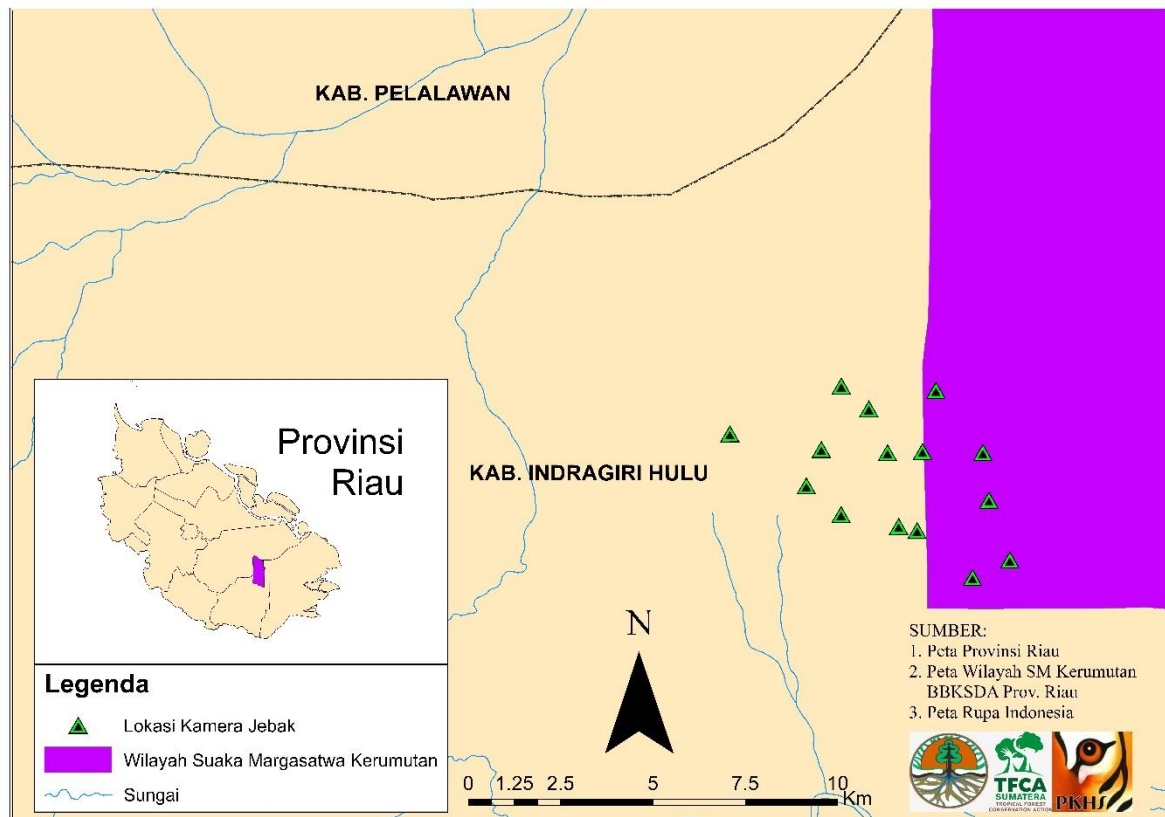
A. Pemasangan Kamera Jebak

Sebanyak 16 unit kamera jebak tipe Bushnell HD Viewers dipasang secara acak di dalam dan luar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan dengan jarak antar kamera 550 M – 2,5 KM. Pada luar kawasan kamera jebak yang dipasang berjumlah 10, sedangkan di dalam kawasan berjumlah 6 unit kamera jebak. Pemasangan dilakukan dua kali yakni pada 7 maret 2019 – 18 juni 2019 untuk kamera di luar kawasan sedangkan untuk di dalam kawasan dimulai dari tanggal 20 desember 2019 – 23 juli 2019. Kamera jebak yang berada di luar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan berada di wilayah Desa Danau Baru, Kecamatan Rengat Barat, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau yang perizinannya didapat melalui warga sekitar dan aparat desa setempat.

Kamera jebak dipasang pada lokasi yang diperkirakan berpotensi memiliki peluang yang besar terekam aktifitas satwa, seperti jalur lintasan satwa, jalan setapak atau bekas jalan dari kegiatan ilegal yang sudah tidak digunakan lagi (Sunarto, 2011). Pemasangan kamera jebak dilakukan pada

pohon setinggi 50-100 cm untuk menghindari air pasang yang berasal dari sungai di sekitar kawasan kerumutan yang sewaktu-waktu bisa menenggelamkan kamera jebak. Kamera jebak yang terpasang di lokasi yang telah terpilih memiliki jarak 30-40 cm dari titik tengah yang diperkirakan sebagai jalur lintasan aktif satwa dengan pengaturan aktif

selama 24 jam dengan mode video berdurasi 30 detik dan jarak antar video 10 detik (Subagyo dkk., 2013).



Gambar 1. Posisi Peletakkan Kamera Jebak PKHS di Dalam dan Luar Kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan

B. Identifikasi Satwa Temuan dan Analisis Data

Jenis satwa yang terekam oleh kamera jebak diidentifikasi menggunakan buku panduan identifikasi jenis mamalia Lekagul dan MCNeely (1989) dan Payne dkk (2000). Jika kualitas video yang terekam tidak jelas, maka video tersebut akan diberikan keterangan sebagai unidentified.

Video satwa yang sudah tersortir akan dilakukan perubahan nama file berdasarkan tanggal terekam dengan bantuan program Renamer yang selanjutnya akan di lakukan analisis penyortiran video independen temuan dengan aplikasi yang dapat diakses bebas melalui <http://www.smallcats.org> (Sanderson dan Harris, 2013).

Pada analisis data kami menggunakan Trap Success Rate (TSR) atau biasa dikenal dengan Relative Abundance Index (RAI) / Index Kelimpahan Relatif untuk mengindikasikan kelimpahan satwa mangsa serta harimau Sumatera yang berada di dalam dan luar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan. RAI merupakan jumlah video independen pada setiap jenis satwa temuan yang ada di setiap 100 trap night dengan asumsi video dinyatakan independen jika (1) video yang berbeda atau individu yang berbeda pada satu *memory card*, (2) video berurutan dari individu yang sama yang terekam lebih dari 30 menit yang berbeda (3) video berurutan dari individu dengan spesies yang sama (O'Brien dkk., 2003). RAI dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RAI_i = (n_i / \sum TN) \times 100$$

Keterangan:

RAI_i : Relative Abundance Index

n_i : Jumlah video independen spesies ke-i

$\sum TN$: Jumlah Hari Aktif Kamera

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Selama pemasangan kamera jebak yang dilaksanakan di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan dan di luar (Desa Danau Baru) terekam 735 video yang berasal dari 11 unit kamera jebak. Pada saat pengecekan, terdapat 5 unit kamera yang rusak dan tidak merekam video sehingga tidak dilakukan analisis pada 5 unit kamera jebak yang mengalami kerusakan (Tabel 1).

Berdasarkan masing-masing lokasi pemasangan, kamera jebak yang berada di luar kawasan berfungsi selama 104 hari dengan total 498 trap night sedangkan kamera jebak yang berada di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan berfungsi selama 216 hari dengan total 633 trap.

Detection probability adalah jumlah rata-rata tangkapan video setiap hari pada masing-masing kamera jebak yang terpasang (Sollman, 2018). Pada kegiatan kali ini, nilai detection probability untuk kamera jebak yang berada di dalam kawasan lebih kecil jika dibandingkan dengan yang berada di luar kawasan, hal ini dapat terjadi karena jumlah kamera jebak yang terpasang di dalam kawasan lebih sedikit. Untuk menanggulangi hal tersebut maka dilakukan penambahan waktu yang lebih lama agar dapat menyamai jumlah trap night kamera jebak yang terpasang di luar kawasan.

Total video satwa yang terekam di luar kawasan berjumlah 456 yang diseleksi menjadi 275 video independen sedangkan di dalam kawasan total video satwa berjumlah 276 dengan 224 video independen. Kami hanya mengolah data berupa video independen berdasarkan asumsi O'Brien dkk (2003). Video yang tak teridentifikasi tidak dilakukan analisis video independen. Sebanyak 23 jenis satwa dapat teridentifikasi dari rekaman video kamera jebak yang terpasang di dalam dan luar kawasan.

Masing-masing lokasi, baik di dalam maupun di luar kawasan memiliki jumlah jenis satwa terekam yang sama, yakni 20 jenis satwa. Akan tetapi di dalam kawasan tidak terekam binturong, garangan ekor pendek dan kucing hutan sedangkan di luar kawasan tidak terekam satwa seperti macan dahan, peniul dan trenggiling (Tabel 2).

Tabel 1. Ringkasan usaha survei dan monitoring satwa liar di dalam dan luar Kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan

	Luar Kawasan	Dalam Kawasan
Periode survey	7 maret 2019 – 18 juni 2019	20 desember 2019 – 23 juli 2019
Jumlah kamera yang terpasang	10	6
Jumlah kamera yang rusak	2	3
Jumlah <i>trap night</i>	498	633
<i>Detection probability</i>	0.53	0.35

Tabel 2. Daftar satwa yang terekam kamera jebak yang berada di luar dan dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan

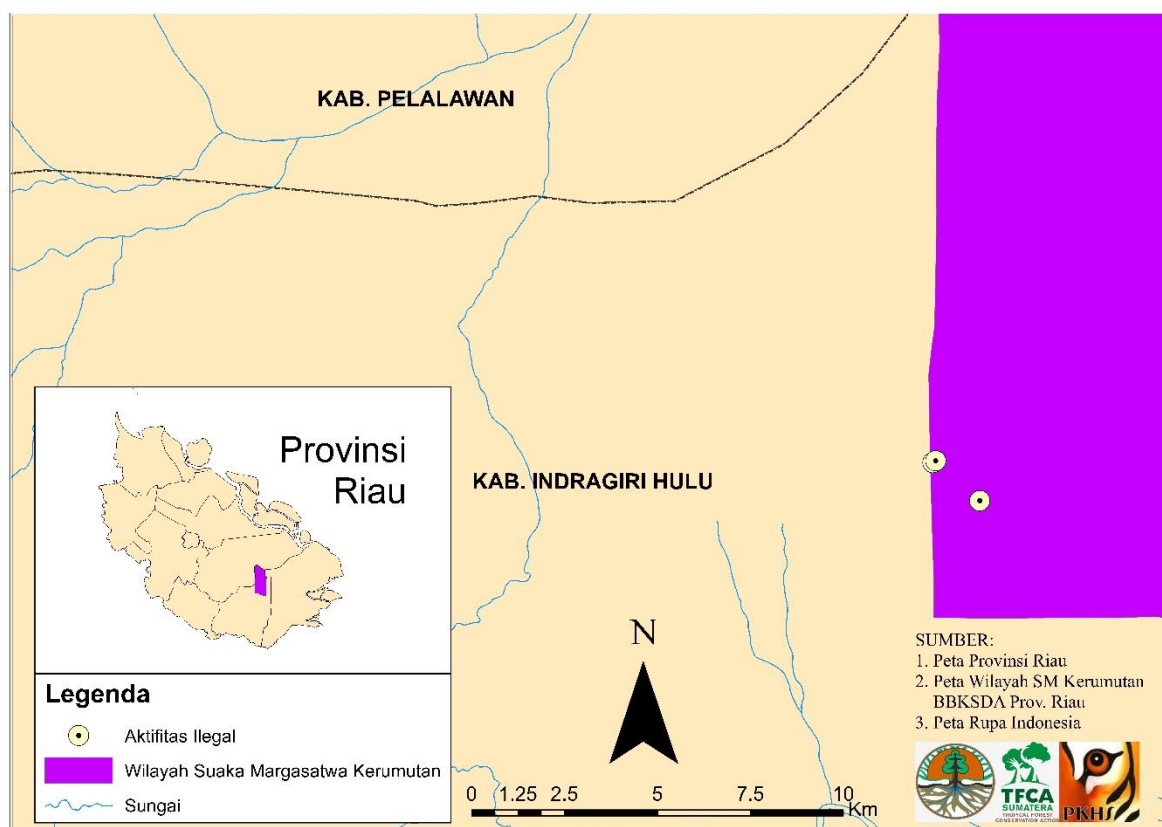
Jenis Satwa	Nama Ilmiah	Dalam Kawasan	Luar Kawasan
Harimau	<i>Panthera tigris sumatrae</i>	√	√
Babi hutan	<i>Sus scrofa</i>	√	√
Beruk	<i>Macaca nemestrina</i>	√	√
Kancil	<i>Tragulus javanicus</i>	√	√
Beruang	<i>Helarctos malayanus</i>	√	√
Berang-berang	<i>Lutra lutra</i>	√	√
Biawak	<i>Varanus salvator</i>	√	√
Binturong	<i>Arctitis binturong</i>	-	√
Burung	Aves	√	√
Garangan ekor pendek	<i>Herpestes javanicus</i>	-	√
Kelelawar	Chiroptera	√	√
Kucing hutan	<i>Prionailurus planiceps</i>	-	√
Landak	<i>Hystrix brachyura</i>	√	√
Linsang	<i>Prionodon linsang</i>	√	√
Macan dahan	<i>Neofelis diardi</i>	√	-
Musang belang	<i>Viverricula indica</i>	√	√
Peniul		√	-
Sempidan	<i>Lohura inornata</i>	√	√
Tenggalong	<i>Viverra zangalunga</i>	√	√
Tikus	Rattus sp	√	√
Tikus bulan	<i>Echinosorex gymnura</i>	√	√
Trenggiling	<i>Manis javanica</i>	√	-
Tupai	Scandentia	√	√

Keterangan: √ = ditemukan

Tabel 3. Relative Abundance Index (RAI) / Indeks Kelimpahan Relatif satwa mangsa potensial dan harimau sumatera

	Luar Kawasan	Dalam kawasan
Babi hutan	1,5	2,27
Beruk	20,68	20,45
Kancil	12,78	8,64

Beruang	20,3	1,82
<p>Kami mengelompokkan satwa yang menjadi pakan potensial harimau berdasarkan Franklin dkk (1999) dan Sriyanto (2003) yakni, babi hutan, beruk, kancil dan beruang. Berdasarkan rekaman kamera jebak, keempat satwa mangsa potensial harimau sumatera dapat ditemukan di dalam dan luar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan pada kegiatan kali ini.</p> <p>Selain sebagai pemantauan dan monitoring satwa, kamera trap dapat dijadikan sebagai sumber data untuk mengetahui kelimpahan satwa di sebuah lokasi riset. Relative Abundance Index (RAI) / Indeks Kelimpahan Relatif adalah sebuah nilai kelimpahan jenis pada suatu lokasi di waktu tertentu yang satuannya berkorelasi dengan kepadatan sebenarnya (Hutajulu, 2009). Walaupun pada kali ini kami tidak menghitung kepadatan satwa yang ditemukan, kami mengasumsikan bahwa nilai dari RAI yang ada bisa menggambarkan komposisi serta perkiraan besar kecilnya kepadatan satwa di suatu lokasi pada waktu tertentu (Subagyo dkk., 2013).</p>		<p>Sebagai mangsa potensial harimau sumatera, nilai RAI dari beruk, kancil dan beruang di luar kawasan lebih besar berada di dalam kawasan tetapi untuk babi hutan nilai RAI yang dimiliki lebih besar di dalam kawasan dibandingkan dengan luar kawasan. Untuk harimau sumatera, RAI yang ada di luar kawasan lebih besar dibandingkan dengan yang ada di dalam kawasan.</p> <p>Ancaman yang kami tampilkan pada publikasi kali ini adalah seluruh aktifitas illegal yang berada di dalam kawasan Suaka Margasatwa kerumutan. Aktifitas masyarakat yang berada di luar kawasan tidak bias kami kategorikan menjadi ancaman.</p> <p>Dari semua video yang terkumpul, tidak ditemukan rekaman berupa aktifitas illegal di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan, akan tetapi selama pemasangan dan pengecekan kamera jebak kami menemukan dua titik lokasi aktifitas illegal berupa bekas bekas aktifitas penebangan kayu (X: 21691 / Y: 9973141 UTM 48s) dan bekas pondok yang berada di dalam kawasan (X: 21565 / Y: 9974164 UTM 48s) (Gambar 2).</p>



Gambar 2. Posisi aktifitas ilegal di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan

B. Pembahasan

Selain habitat yang dibutuhkan sebagai tempat tinggal, makhluk hidup memerlukan sumber pakan yang perlu tersedia untuk keberlangsungan hidup, begitu juga dengan harimau sumatera. Sebagai salah satu satwa yang hingga saat ini memiliki status Critically Endangered (CR), ketersediaan satwa mangsa dan harimau sumatera cukup terganggu karena pemburuan serta aktifitas manusia lainnya yang menyebabkan menyusutnya tempat tinggal satwa di lokasi tersebut (Linkie dkk., 2003; Kementerian Kehutanan Republik Indonesia., 2007; Budiman dkk, 2017). Berkurangnya jumlah satwa pakan potensial dapat mempengaruhi pergerakan harimau sumatera menjadi terbatas (Woodfoffe dan Ginsberg, 1998).

Kali ini kami memilih 4 jenis satwa mangsa yang memiliki potensi sebagai sumber pakan harimau sumatera yang berada

di luar dan dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan. Berdasarkan nilai RAI, beruk (*Macaca nemestrina*) menjadi satwa dengan kelimpahan relatif tertinggi dengan nilai 20,68 di luar kawasan dan 20,48 di dalam kawasan, hal ini menjadikan beruk sebagai pakan yang paling melimpah untuk harimau sumatra dibandingkan dengan jenis satwa lainnya. Sebagai pembanding, berdasarkan O'Brian dkk (2003) yang melakukan perhitungan RAI di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, beruk (*Macaca nemestrina*) memiliki RAI yang paling tinggi yakni sebesar 22,51.

Beruag madu menjadi satwa mangsa potensial yang menempati urutan ke dua berdasarkan RAI. Jika dilihat dari statusnya berdasarkan IUCN, beruang madu memiliki status vulnerable (VU) dan berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan

Kehutanan (2018), beruang madu merupakan satwa yang dilindungi.

Beruang madu memiliki nilai RAI 20,3 untuk di luar kawasan dan 18,2 di dalam kawasan. Beruang madu memiliki peran ekologi sebagai disperser, yakni penyebar biji dari buah yang dimakan (Mc Conkey dan Galetti, 1999). Walaupun pakan yang umum untuk beruang madu berupa tumbuhan seperti kelulut (*Trigoana* sp.), capung dan rayap Gusnia (2013) beruang madu juga dapat memakan buah dari tumbuhan sawit jika di habitat aslinya sedang tidak mengalami musim buah dan ketersediaan serangga tidak mencukupi pakannya (Wong dkk., 2015; Fredriksson dkk., 2006).

Kondisi hutan di sekitar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan sudah didominasi dengan perkebunan yang salah satunya adalah perkebunan kelapa sawit yang dapat menjadi sumber pakan alternatif bagi beruang madu selain di dalam Suaka Margasatwa Kerumutan. Walaupun memiliki nilai RAI yang cukup tinggi dibandingkan dengan satwa lainnya, beruang madu bukan merupakan mangsa utama harimau sumatera dikarnakan pada usia yang dewasa memiliki ukuran tubuh yang sama besarnya dengan harimau sumatera (Sriyanto, 2003; Karanth dan Nichols, 1998). Walaupun demikian, beruang madu kami masukkan karna berdasarkan Franklin dkk (1999) dan Sriyanto (2003) yang melakukan identifikasi pakan harimau sumatera melalui analisis feses, beruang madu teridentifikasi menjadi salah satu satwa pakan harimau sumatera.

Dalam kegiatan kali ini, kancil memiliki RAI 12,78 di luar kawasan dan 8,64 di dalam kawasan. Kancil merupakan salah satu kelompok ungulate yang merupakan satwa pakan potensial untuk harimau Sumatra. Temuan kancil di beberapa lokasi sulit untuk ditemui, sebagai pembanding pada Taman Nasional Way Kambas temuan

ungulate berupa kijang (*Muntiacus muntjac*) dengan RAI 22,01 dan sambar (*Cervus unicolor*) dengan RAI 0,87 (Subagyo dkk., 2013)

Keberadaan satwa magsa mejadi salah satu fackor yang penting bagi kehidupan harimau sumatera. Babi menjadi salah satu satwa mangsa potensial harimau di Suaka Margasatwa Keurmutan yang jika dilihat dari RAI maka di dalam kawasan lebih tinggi dibandingkan dengan di luar kawasan. Berdasarkan Subagyo dkk (2003) babi huttan memiliki RAI sebesar 9,45 sedangkan pada wilayah riset yang kami lakukan babi hutan memilki nilai RAI sebesar 1,5 di luar kawasan dan 2,27 di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan. Walaupun yang kami asumsikan hanya empat jenis satwa saja yang menjadi mangsa potensial harimau sumatera, tidak menutup kemungkinan satwa lain yang terekam di dalam kamera trap dapat menjadi pakan harimau sumatera.

Selain satwa mangsa potensial seperti babi hutan, beruk, kancil dan beruang kamera jebak yang terpasang baik di luar maupun di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan juga merekam aktifitas harimau sumatera, berdasarkan perhitungan Relative Abundance Index (RAI), kelimpahan relatif harimau sumatera di luar kawasan lebih tinggi (1,88) dibandingkan dengan yang berada di luar kawasan (1,36). Walaupun tidak dapat mengitung ukuran populasi, nilai RAI yang ada dapat menggambarkan frekuensi dari aktifitas dan kepadatan harimau sumatera di lokasi tersebut (Subagyo dkk, 2003). Dengan RAI yang lebih tinggi di luar kawasan, dapat menggambarkan bahwa pergerakan harimau menuju keluar kawasan konservasi atau menuju pemukiman warga dapat menjadi potensi terjadinya konflik antara harimau-manusia yang juga menjadi ancaman tersendiri bagi keberadaan populasi

harimau sumatera (Wibisono dan Pusparini, 2010).

Data mengenai RAI dari harimau sumatera di luar maupun di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan diharapkan dapat menjadi informasi terbaru mengenai frekuensi aktifitas harimau yang bisa digunakan sebagai informasi terbaru untuk mitigasi konflik harimau-manusia bagi pemegang kebijakan di kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan.

Ancaman dari aktifitas illegal menjadi salah satu tantangan untuk pengelolaan sebuah kawasan konservasi. Kali ini kami menemukan dua lokasi berbeda yang didalamnya terdapat aktifitas ilegal. Temuan tersebut berupa bekas aktifitas penebangan kayu dan pondok yang diduga sebagai lokasi istirahat.

Berdasarkan Budiman dkk (2017) gangguan terbesar di kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan adalah illegal logging. Patroli dan monitoring masih perlu dilakukan untuk tetap menjaga kelestarian alam di kawasan tersebut agar Suaka Margasatwa Kerumutan dapat selalu berperan memberikan jasa lingkungan kepada masyarakat sekitarnya serta sebagai habitat alami untuk keberlangsungan hidup harimau dan satwa mangsanya.

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan yang telah dilaksanakan, RAI satwa mangsa yang ditemukan, kecuali babi hutan (beruk, beruang madu dan kancil) dan harimau sumatera di luar kawasan lebih tinggi dibandingkan dengan yang berada di luar, hal ini menggambarkan bahwa aktifitas serta kepadatan satwa yang berlokasi di luar kawasan lebih tinggi dibandingkan dengan yang berada di dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan.

Berdasarkan dari nilai RAI harimau sumatera, tingkat keberadaannya di luar kawasan lebih tinggi dibandingkan dengan yang berada di dalam, hal tersebut menandakan bahwa frekuensi aktifitas harimau sumatera lebih banyak berada di luar kawasan. Diharapkan akan terdapat riset lebih lanjut mengenai informasi tentang konflik yang pernah terjadi dalam kurun waktu tertentu khususnya yang di wilayah luar kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan untuk mengetahui apakah nilai RAI berhubungan dengan frekuensi konflik yang ada di sekitar kawasan tersebut.

REFERENSI

- Ahearn, S. C., J. L. D. Smith, A. R. Joshi, and J. Ding. 2001. TIGMOD: An individual-based spatially explicit model for simulating tiger/human interaction in multiple use forests. *Ecological Modeling* 140: 81–97.
- Balai Besar Konservasi dan Sumber Daya ALam Provinsi Riau. 2017. Rencana Pengelolaan Jangka Panjang Suaka Margasatwa Kerumutan Kabupaten Pelalawam dan Indragiri Hulu Provinsi Riau Periode 2018-2027. Balai Besar Konservasi dan Sumber Daya ALam Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Budiman, H.S., Defri Yoza, M Mardhiansyah. 2017. Faktor-Faktor Gangguan Pada Kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan dan Alternatif Penyelesaian Berdasarkan Presepsi Masyarakat. *JOM Faperta UR Vol 4 No 1*. Universitas Riau. Riau.
- Dinata Y, J Sugardjito. 2008. The existence of Sumatran tiger (*Panthera tigris sumatrae* Pocock, 1929) and their prey in different forest habitat types in Kerinci Seblat National Park,

- Sumatra. Biodiversitas Journal of Biological Diversity 9 (3).
- Franklin N, Bastoni, Sriyanto, Siswomartono D, Manangsang J, Tilson RI. 1999. Last of the Indonesia Tiger: a caude of optimism pp 130-147 in J. Seidenticker, Cristie S, Jackson P (eds). 1999. Riding the tiger: tiger conservation in human-dominated landscape. Cambridge University Press. UK.
- Fredriksson., dan A. Redman (2009). A Little Book about a Little Bear. KWPLH Balikpapan.
- Gusnia NA, Agus PK, Harnios A. 2013. Penggunaan Ruang oleh Beruang Madu di Areal Konservasi IUPHHK-HTI PT. RAPP Estate Meranti. Jurnal Biologi Indonesia 9 (2).
- Hutajulu, M.B. 2007. Studi Karakteristik Ekologi Harimau Sumatera (*Panthera Tigris sumatrae* Pocock, 1929) berdasarkan camera trap di Lansekap Tesso Nilo–Bukit Tigapuluh, Riau. Tesis. Pasca Sarjana Biologi. Universitas Indonesia. Depok.
- Karant, K. U. dan J. D. Nichols. 2002. Monitoring Tiger and Their Prey ; a Manual Research, Managers and Conservation in Tropical Asia. Center for Wildlife Studies. India.
- Kementrian Kehutanan. 2007. Strategi dan Rencana Aksi Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) 2007-2017. Kementrian Kehutanan. Jakarta.
- Lekagul, B dan J. A. McNeely. 1977. Mammals of Thailand. The Association for The Conservation of Wildlife. Bangkok.
- Linkie M, et al. 2003. Habitat Destruction and Poaching Threaten the Sumatran Tiger in Kerinci Seblat National Park, Sumatera. Oryx 37(1):41-48.
- McConkey, K. & Galetti, M. 1999: Seed dispersal by the sun bear *Helarctos malayanus* in Central Borneo. - Journal of Tropical Ecology 15: 237-241.
- O'Brien T, Wibisono HT, Kinnaird M. 2003. Crouching Tigers, Hidden Prey: Sumatran Tiger and Prey Population in a Tropical Forest Landscape. Animal Conservation 6: 131-139.
- Payne, J., C. M. Francis., K. Phillips., dan S.N. Kartikasari. 2000. Mamalia di Kalimantan, Sabah, Serawak dan Brunei Darussalam. Prima Centre. Jakarta.
- Sanderson, J. and G. Harris. 2013. Automatic data organization, storage, and analysis of camera trap pictures. Journal of Indonesian Natural History 1(1): 6-14.
- Sriyanto. 2003. Kajian Mangsa Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) di Taman Nasional Way Kambas, Lampung. [Thesis].. Institut Pertanian Bogor.
- Sollman Rahel. 2018. A Gentle Introduction to Camera Trap Data Analysis. African Journal of Ecology/Vol 56.
- Subagyo A, Ynus M, Sumianto, Supriatna J, Andayani N, Mardiasuti A, Sjahfirdi L, Yasman, Sunarto. 2013. Survei dan Monitoring Kucing Liar (Carnivora: Felidae) di Taman Nasional Way Kambas Lampung, Indonesia. Seminar Nasional Sains & Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Sunarto. 2011. Ecology and restoration of Sumatran tigers in forest and plantation landscape. Dissertation. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute dan State University.

- Virginia.
- Sunquist, M.E, K.U. Karanth, and F.C. Sunquist. 1999. Ecology, behaviour and resilience of the tiger and its conservation needs. In: Siedensticker, J., S. Christie, and P. Jackson (eds.). *Ridding the Tiger: Tiger Conservation in Human Dominated Landscape*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Wibisono HT, Pusparini W. 2010. Sumatran Tiger (*Panthera tigris sumatrae*): A Review of Conservation Status Integrative. *Zoology* (5)
- Widyatmoko D, Mark AB, Edi G, Johanis PM, Eko BW, Dede S. 2005. Population status, demography and habitat preferences of the threatened lipstick palm *Cyrtostachys renda* Blume in Kerumutan Reserve, Sumatra. *Acta Oecologica* Vol 28.
- Wong, S. T., C. Serveheen and L. Ambu. 2002. Food Habits of Malayan Sun Bears in Lowland Forest of Borneo. *Journal Ursus* 13: 127-136.
- Woodrofe, R. J.R. Ginsberg. 1998. Edge Effect and the Extinction of Population Inside Protected Areas. *Science* 280: 2126-2128.

Uji Efektivitas Mulsa Daun Bambu Tali (*Gigantochloa apus* (Schult. & Schult. f.) Kurz) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Andre Cahyo Nugroho¹, Yulianty², Endang Nurcahyani³, Sri Wahyuningsih⁴
¹Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email: Andrecahyon33@gmail.com

ABSTRACT

Tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill.) are horticultural commodities that have high economic value and still require serious handling, especially in terms of increasing crop yields and fruit quality. Increased production can be done by improving cultivation using organic mulch such as bamboo leaf mulch. Leaves of rope bamboo (*Gigantochloa apus* (Schult. & Schult. F.) Kurz) have a lot of content including P and K macro nutrients which are high enough so that it has the potential as a raw material for good compost for the growth of tomato plants. The study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with 6 the treatment was repeated 4 times and the experiment consisted of various doses of bamboo leaf mulch, namely P0 = 0 gr /plant (Control), P1 = 30 gr/plant, P2 = 40 gr/plant, P3 = 50 gr/plant, P4 = 60 gr/plant, P5 = 70 gr/plant. The variables observed were the number of leaves, plant height, stem diameter, dry weight, and root length. The data obtained were homogenized by the Levene test, when it was homogeneous it continued with Analysis of Variance (ANARA) α 5%, and was further tested with the Smallest Significant Difference test (LSD) at the 5% level. The results of this study indicate that the administration of rope bamboo mulch in treatment P4 (60 grams) gave good results on the growth of leaf number and height of tomato plants, but did not significantly influence stem diameter, plant dry weight and root length of tomato plants.

Keyword: rope bamboo, mulch, growth, tomato

PENDAHULUAN

Buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dikenal sebagai sumber vitamin A. Buah tomat juga merupakan salah satu sumber terbaik likopen yang memiliki antioksidan yang mampu memecah radikal bebas. Buah tomat juga diketahui memiliki kandungan potassium, mayoritas varietas tomat bervariasi dalam zat larut air dari 4,5 – 7,0 % yang mayoritas merupakan fruktosa atau glukosa (Jones, 2008).

Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas buah tomat adalah karena penggunaan varietas tomat yang kurang sesuai dengan lingkungannya. Tanaman tomat tumbuh baik pada ketinggian 600-900 m di atas permukaan laut. Oleh sebab itu, dalam budidaya tomat diperlukan pemilihan varietas tomat yang cocok untuk ditanam di dataran rendah agar buah tomat

memiliki kualitas yang baik (Purwati dan Khairunisa, 2007).

Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan perbaikan teknik budidaya tanaman tomat. Salah satu teknik budidaya tanaman yang mampu meningkatkan hasil panen dan kualitas buah tomat adalah dengan penggunaan benih tomat bermutu dan penggunaan mulsa (Avianita dkk., 2006).

Mulsa adalah bahan penutup tanah yang berfungsi untuk menjaga kelembapan dan suhu tanah, disamping itu mulsa dapat menekan pertumbuhan gulma, sehingga tanaman akan tumbuh lebih optimal dan memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan tidak menggunakan mulsa (Sudjianto dan Veronica, 2009).

Penggunaan mulsa dapat mempertahankan sifat fisik, kimia dan

biologi tanah. Sifat fisik tanah, yakni tetap gembur dan memiliki drainase yang baik. Secara kimia, unsur hara tanah tetap terjaga dari penguapan dan terjaga dari air hujan, serta secara biologi, mampu mempertahankan suhu tanah yang menyebabkan mikroorganisme tanah mampu beraktivitas dalam mengurai bahan organik untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman (Agoes, 1994).

Mulsa daun bambu tali mengandung unsur hara makro P dan K cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan baku pupuk kompos yang baik untuk pertumbuhan tanaman budidaya seperti tomat (Rahayu dkk., 2011).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh mulsa daun bambu tali terhadap pertumbuhan tanaman tomat dan mengetahui dosis pemberian mulsa daun bambu tali yang paling baik terhadap pertumbuhan tanaman tomat.

METODE

WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2019 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

ALAT DAN BAHAN

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah *polybag* ukuran 25 x 25 cm bak wadah, neraca analitik, jangka sorong, *oven*, *blender*, gelas ukur, *beaker glass*, sekop, nampan, tisu, cangkul, *sprayer*, ember, plastik klip, mistar, kamera, label dan alat tulis. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah benih tanaman tomat, mulsa daun bambu tali, tanah, pupuk kandang, dan air.

RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan

yang diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 24 petak satuan percobaan yang terdiri dari berbagai dosis pemberian mulsa daun bambu tali, yaitu P0 = 0 gr/tanaman (Kontrol), P1 = 30 gr/tanaman, P2 = 40 gr/tanaman, P3 = 50 gr/tanaman, P4 = 60 gr/tanaman, P5 = 70 gr/tanaman.

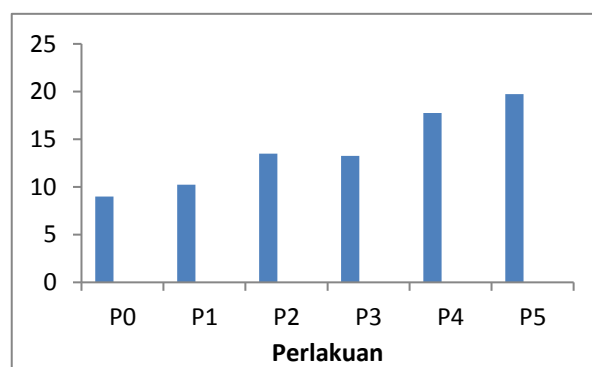
VARIABEL PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

Parameter yang diukur yaitu jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, berat kering, dan panjang akar. Pengambilan data untuk jumlah daun dan tinggi tanaman dilakukan setiap minggu, sedangkan untuk diameter batang, berat kering tanaman dan panjang akar dilakukan 4 minggu setelah perlakuan. Data dihomogenitaskan dengan uji Levene, dilanjutkan dengan Analisis Ragam (ANARA) α 5%, lalu dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jumlah Daun

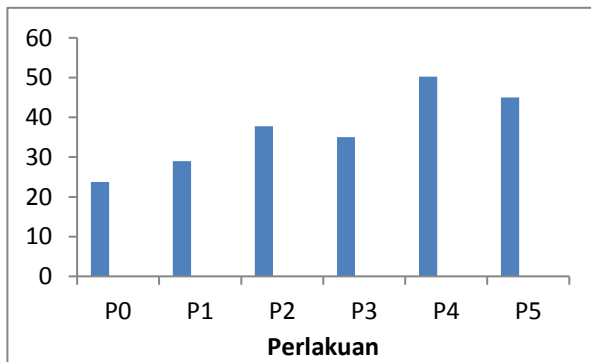
Perhitungan jumlah daun (helai) dilakukan pada daun yang sudah berkembang sempurna dan dihitung perminggu.



Grafik 1. Rerata jumlah daun pada minggu pertama setelah diberikan perlakuan

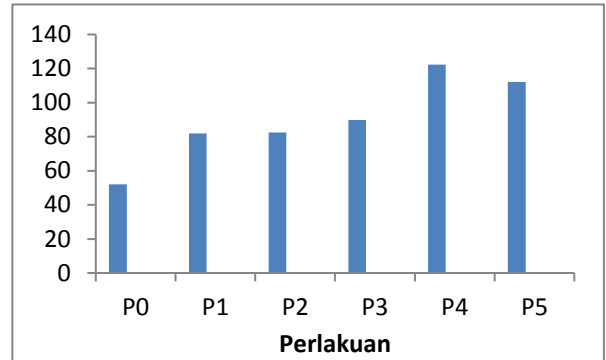
Berdasarkan Grafik 1 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 19,75 adalah perlakuan P5 (70 gram),

sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 9,00. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali (*Gigantochloa apus* (Schult. & Schult. f.) Kurz) berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pada minggu pertama. Hasil uji BNT taraf 5% pada minggu pertama menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan jumlah daun pada tanaman tomat adalah perlakuan P5 (70 gram).



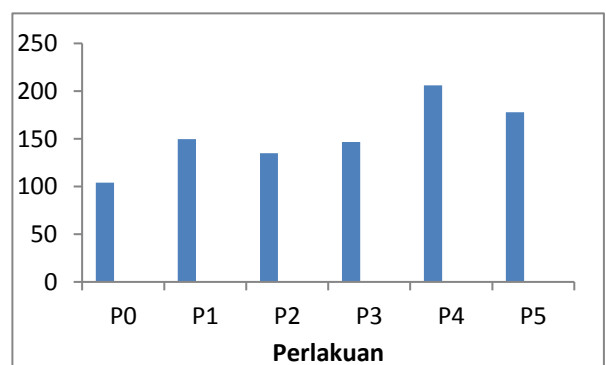
Grafik 2. Rerata jumlah daun pada minggu kedua setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 2 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 50,25 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 23,75. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman tomat pada minggu kedua. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu kedua menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan jumlah daun pada tanaman tomat adalah perlakuan P4 (60 gram).



Grafik 3. Rerata jumlah daun pada minggu ketiga setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 3 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 122,25 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 52,00. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman tomat pada minggu ketiga. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu ketiga menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan jumlah daun pada tanaman tomat adalah perlakuan P4 (60 gram).



Grafik 4. Rerata jumlah daun pada minggu keempat setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 4 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 206,00 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 104,00. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman tomat pada minggu keempat. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu keempat menunjukkan bahwa seluruh perlakuan pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun.

Serasah daun bambu tali mengandung unsur hara makro P dan K cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan baku pupuk kompos yang baik untuk pertumbuhan tanaman (Rahayu dkk., 2011).

Perlakuan P5 pada minggu pertama menghasilkan tinggi tanaman yang paling baik, kemudian pada minggu kedua dan ketiga perlakuan P4 menghasilkan tinggi tanaman yang paling baik. Hal ini terjadi karena kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jumlah daun seperti N, P dan K sudah terpenuhi, dimana selain dari media tanam, unsur hara P dan K khususnya juga dihasilkan oleh mulsa daun bambu tali sehingga pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh pemberian mulsa daun bambu tali. Jumlah daun tanaman tomat juga dipengaruhi oleh laju fotosintesis dan penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Leiwakabessy dan Sutandi (2000), bahwa fosfor dalam tanaman berfungsi untuk pertumbuhan akar serta pertumbuhan tanaman, kematangan, dan produksi buah dan biji. Peranan unsur ini yaitu memecah karbohidrat menjadi energi.

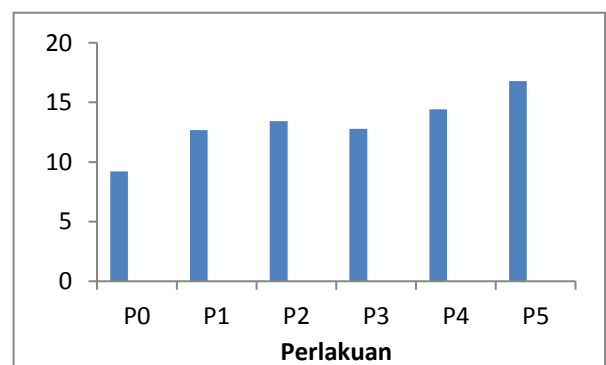
Pernyataan di atas juga didukung oleh Lakitan (2004) yang menyatakan bahwa K juga berperan dalam mengatur tekanan turgor

sel kaitannya dengan membuka dan menutup stomata. Ketersediaan kalium dapat meningkatkan turgoditas sel sehingga stomata membuka yang pada akhirnya CO₂ berdifusi dengan baik dan disertai dengan tersedianya air, unsur fosfor dan nitrogen yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan meningkatkan laju fotosintesis. Sehingga pemberian mulsa daun bambu tali memberikan pengaruh terhadap jumlah daun karena unsur P dan K yang terkandung dapat membantu dalam proses pertumbuhan tanaman tomat.

Perlakuan pada minggu pertama P5 memiliki tinggi tanaman yang paling baik, kemudian pada minggu kedua dan ketiga P4 memiliki tinggi tanaman yang paling baik, akan tetapi pada minggu keempat tinggi tanaman tidak terpengaruh oleh pemberian mulsa daun bambu tali. Hal ini diduga karena kejenuhan media tanam dalam menyerap unsur hara P dan K dari pemberian mulsa daun bambu tali, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman pada P5 semakin menurun pada minggu kedua hingga minggu ketiga.

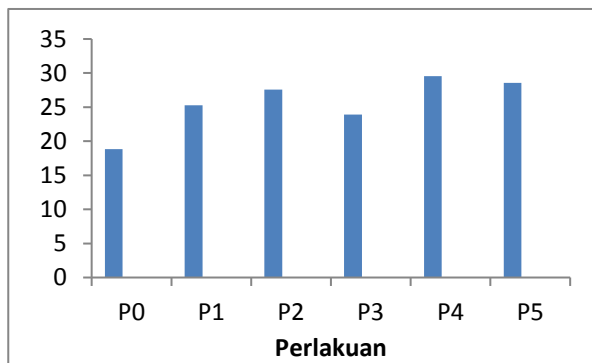
B. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif tanaman. Pengukuran tinggi tanaman tomat dilakukan setiap satu minggu sekali selama 4 minggu perlakuan.



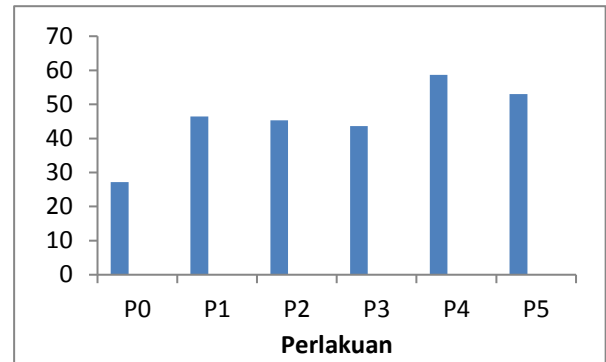
Grafik 5. Rerata tinggi tanaman pada minggu pertama setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 5 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 16,78 adalah perlakuan P5 (70 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 9,20. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat pada minggu pertama. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu pertama menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman pada tanaman tomat adalah perlakuan P5 (70 gram).



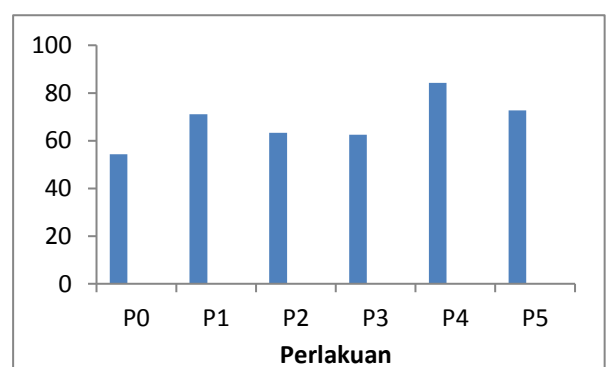
Grafik 6. Rerata tinggi tanaman pada minggu kedua setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 6 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 29,55 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 18,83. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat pada minggu kedua. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu kedua menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman tomat adalah perlakuan P5 (70 gram).



Grafik 7. Rerata tinggi tanaman pada minggu ketiga setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 7 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 58,63 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 27,15. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat pada minggu ketiga. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu kedua menunjukkan bahwa perlakuan yang menunjukkan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman pada tanaman tomat adalah perlakuan P5 (70 gram).



Grafik 8. Rerata tinggi tanaman pada minggu keempat setelah diberikan perlakuan

Berdasarkan Grafik 8 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 84,23 adalah perlakuan P4 (60 gram).

gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 54,30. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat pada minggu keempat. Hasil dari uji BNT taraf 5% pada minggu keempat menunjukkan bahwa seluruh perlakuan pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat.

Pemberian mulsa daun bambu tali memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini disebabkan karena kebutuhan dari masing-masing perlakuan telah terpenuhi seperti kadar air dan unsur hara akan tetapi pertumbuhan tinggi tanaman tomat pada masing-masing perlakuan berbeda-beda.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Leiwakabessy (1988), bahwa penambahan tinggi tanaman berbanding lurus dengan jumlah air yang tersedia. Besarnya air yang diserap oleh akar sangat tergantung pada kandungan air tanah. Hal ini disebabkan karena kebutuhan air dan juga unsur hara telah terpenuhi sehingga pertumbuhan tinggi tanaman menjadi baik.

Pemulsaan dapat melindungi lapisan atas tanah dari cahaya matahari langsung dengan intensitas cahaya yang tinggi dan mencegah proses evaporasi sehingga penguapan hanya melalui transpirasi yang normal dilakukan oleh tanaman (Gustanti *et al.*, 2014). Penggunaan mulsa mampu menurunkan suhu tanah karena mulsa dapat mengurangi radiasi yang diterima dan diserap oleh tanah sehingga dapat menurunkan suhu tanah pada siang hari (Mahmood *et al.*, 2002).

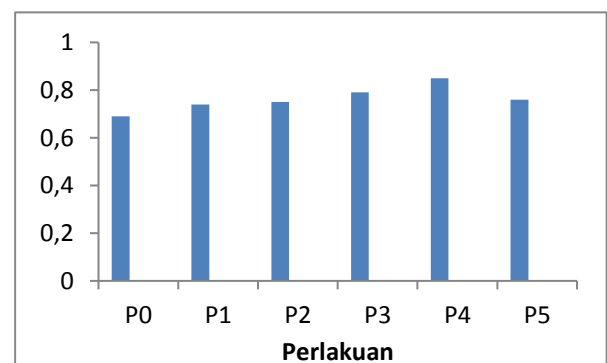
Perlakuan pada minggu pertama P5 memiliki tinggi tanaman yang paling baik, kemudian pada minggu kedua dan ketiga P4 memiliki tinggi tanaman yang paling baik, akan tetapi pada minggu keempat tinggi tanaman tidak terpengaruh oleh pemberian

mulsa daun bambu tali. Hal ini diduga karena kejenuhan media tanam dalam menyerap unsur hara P dan K dari pemberian mulsa daun bambu tali, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman pada P5 semakin menurun pada minggu kedua hingga minggu ketiga.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Marschner (2012), bahwa penambahan dosis mulsa daun bambu tali yang mengandung kalium secara berlebihan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara lainnya yang berguna bagi tanaman, sehingga menekan pertumbuhan tanaman. Hal inilah yang menyebabkan jumlah daun dan tinggi tanaman tomat pada perlakuan P5 mengalami penurunan sehingga tinggi tanaman yang paling baik terdapat pada P4 (60 gram).

C. Diameter Batang

Pengukuran diameter batang dilakukan pada batang utama, pengukuran diameter batang ini dilakukan pada batang dengan batas ketinggian 3 cm dari permukaan tanah. Pengukuran diameter batang ini dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran diameter batang dilakukan pada minggu keempat atau minggu terakhir setelah diberikan perlakuan mulsa daun bambu tali.



Grafik 9. Rerata diameter batang setelah diberikan perlakuan selama 4 minggu

Berdasarkan Grafik 9 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 0,85 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah

ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 0,69. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap diameter batang tanaman tomat. Hasil dari uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa selama 4 minggu perlakuan, seluruh perlakuan pemberian mulsa daun bambu tali tidak berbeda nyata atau tidak berpengaruh terhadap diameter batang tanaman tomat.

Perlakuan P0 sampai dengan P5 memiliki nilai yang berbeda, dimana perlakuan P4 (60 gram) memiliki nilai yang paling besar diantara perlakuan lainnya. Pemberian mulsa daun bambu tali terhadap tanaman tomat tidak memberikan pengaruh yang nyata pada ukuran diameter batang. Hal ini diduga karena penyerapan unsur hara yang terkandung dalam mulsa daun bambu tali belum optimal dikarenakan bentuk mulsa bubuk masih membutuhkan proses lebih lanjut seperti pengomposan.

Hal ini sesuai dengan penelitian Da Cruz *et al.* (2018), bahwa pemberian vermikompos dan *Trichoderma* sp. memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman gladiol tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap diameter batang. Hal ini disebabkan karena suatu tanaman akan memiliki ukuran yang proporsional antara tinggi tanaman dengan diameter batang, sedangkan ukuran diameter batang umumnya berkaitan dengan ketahanan tanaman terhadap kerusakan mekanis seperti angin dan lainnya.

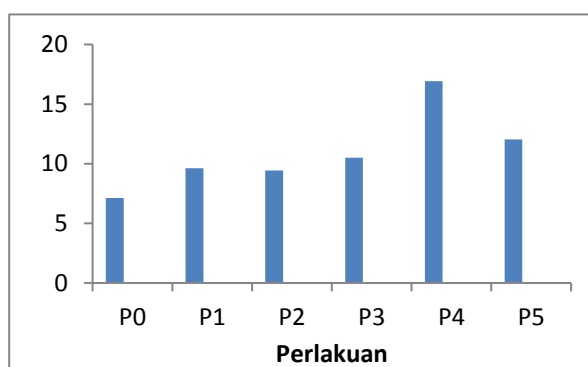
Berdasarkan pernyataan di atas, faktor genetik (*intern*) juga sangat mempengaruhi pertumbuhan diameter batang dan tinggi tanaman, seperti keseimbangan sifat genetik suatu tanaman yang akan mempengaruhi tinggi dan diameter suatu pohon (Davis dan Jhonson, 1987).

Retno dan Darminanti (2009) menyatakan bahwa pertumbuhan diameter batang tanaman tomat sejajar dengan pertumbuhan tinggi tanaman, dikarenakan

dalam proses translokasi unsur hara dari dalam tanah menuju bagian daun melalui batang yang diangkut oleh jaringan xilem.

D. Berat Kering Tanaman

Berat kering tanaman merupakan banyaknya penimbunan karbohidrat, protein, dan bahan organik lain. Berat kering tanaman menggambarkan hasil akhir dari proses fotosintesis berupa fotosintat pada tanaman yang sudah tidak mengandung air. Besarnya berat kering tanaman dikarenakan proses fotosintesis dari suatu tanaman tersebut meningkat, sehingga hasil fotosintesisnya tinggi pula.



Grafik 10. Rerata berat kering tanaman setelah diberikan perlakuan selama 4 minggu

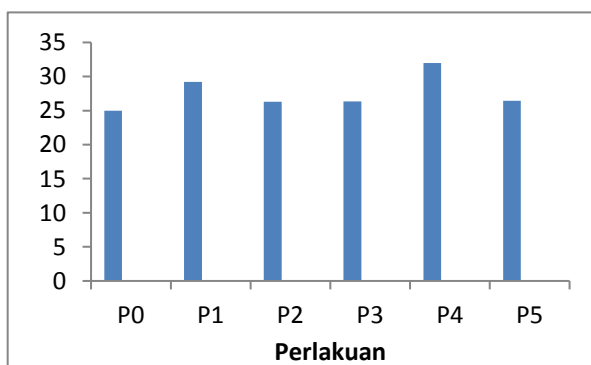
Berdasarkan Grafik 10 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 16,91 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 7,13. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap berat kering tanaman tomat. Hasil dari uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa selama 4 minggu perlakuan, seluruh perlakuan pemberian mulsa daun bambu tali tidak berbeda nyata atau tidak berpengaruh terhadap berat kering tanaman tomat.

Berat kering tanaman merupakan penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ yang dilakukan selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Guritno dan Sitompul, 2006). Perlakuan P0 sampai dengan P5 dari minggu pertama hingga minggu keempat tidak menunjukkan adanya pengaruh atau tidak berbeda nyata namun setiap perlakuan memiliki nilai yang berbeda-beda, dimana perlakuan P4 (60 gram) memiliki nilai paling baik diantara perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena penyerapan unsur hara yang terkandung di dalam mulsa daun bambu belum mampu memberikan pengaruh yang optimal pada berat kering tanaman.

Hal ini didukung dengan pernyataan Hardjowigeno (1995), yang menyatakan apabila serapan hara pada suatu tanaman meningkat maka metabolisme tanaman akan semakin baik. Semakin baiknya proses metabolisme tersebut akan mempengaruhi berat kering tanaman. Sebaliknya, apabila serapan hara menurun maka metabolisme akan terganggu yang mempengaruhi berat kering tanaman menjadi kurang maksimal.

E. Panjang Akar

Panjang akar merupakan komponen yang menunjukkan tingkat kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang tersedia. Parameter yang biasa digunakan yaitu panjang akar diukur mulai dari pangkal batang hingga ujung akar.



Grafik 11. Rerata panjang akar tanaman setelah diberikan perlakuan selama 4 minggu

Berdasarkan Grafik 11 di atas yang menunjukkan nilai rerata yang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai sebesar 31,98 adalah perlakuan P4 (60 gram), sedangkan nilai rerata yang paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (Kontrol) dengan nilai sebesar 25,00. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis ragam (ANARA) α 5% menunjukkan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali tidak berpengaruh terhadap panjang akar tanaman tomat. Hasil dari uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa selama 4 minggu perlakuan, seluruh perlakuan pemberian mulsa daun bambu tali tidak berbeda nyata atau tidak berpengaruh terhadap panjang akar tanaman tomat.

Pemberian mulsa daun bambu tali pada tanaman tomat tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan panjang akar namun setiap perlakuan antara P0 sampai P5 memiliki nilai yang bervariasi dimana perlakuan P4 (60 gram) memiliki nilai paling baik diantara perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan karena pemberian mulsa daun bambu tali belum optimal dikarenakan bentuk mulsa bubuk belum mampu memberikan pengaruh dan diduga harus membutuhkan proses lebih lanjut seperti pengomposan.

Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa penggunaan kompos memberikan banyak manfaat diantaranya memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah dan gembur, menambah kesuburan tanah, memperbaiki sifat kimiawi tanah, sehingga unsur hara yang tersedia dalam tanah dapat diserap oleh tanaman dengan mudah, memperbaiki tatanan air dan udara di dalam tanah, sehingga mampu menjaga suhu dalam tanah menjadi lebih stabil, mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara, sehingga mudah larut oleh air dan memperbaiki kehidupan jasad renik yang hidup dalam tanah (Rukmana, 2007). Berdasarkan hal tersebut, maka mulsa daun bambu tali harus diproses lebih lanjut menjadi kompos agar penyerapan

unsur hara yang terkandung di dalam bambu tali dapat diserap dengan lebih optimal.

Penyebab lain yang mendukung pernyataan di atas adalah penggunaan pupuk yang ekstrim dalam jumlah besar dapat menimbulkan efek negatif terhadap pertumbuhan tanaman termasuk dalam proses perpanjangan akar (Marschner, 2012).

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa pemberian mulsa daun bambu tali memberikan pengaruh dalam mempercepat pertumbuhan jumlah daun dan tinggi tanaman akan tetapi tidak berpengaruh terhadap diameter batang, berat kering tanaman dan panjang akar tanaman tomat. Dosis terbaik pemberian mulsa daun bambu tali terdapat pada perlakuan P4 (60 gr/tanaman) terhadap pertumbuhan tanaman tomat.

REFERENSI

- Agoes, D.N. 1994. *Aneka Jenis Media Tanam Dan Penggunaannya*. Penebar Swadaya. Jakarta. hlm. 78
- Avianita, R. Erithrina dan Djauhari, S. S. 2006. Efektifitas Penggunaan Fungisida terhadap *Fusarium Oxysporum* pada Pengujian Benih Kacang Panjang. *Makalah Seminar Validasi Metode Uji Mutu Benih*. Laboratorium BPSBTPH. Jawa Timur.
- Davis, L.S., and Jhonson, K.N. 1987. *Forest Management*. McGraw-Hill Book Company. New York. 715 hlm.
- Da Cruz, L. R. D., Ludwig, F., Steffan, G. P. K., and Maldaner, J. 2018. Development and Quality of Gladiolus Stem with the use of Vermicompost and Trichoderma sp. in Substrate. *Ornam Hortic (Campinas)*. 24(1): 70 - 77.
- Guritno, B., dan Sitompul, S.M. 2006. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*.

- Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya Malang. Malang.
- Gustanti, Y., Chairul dan Syam, Z. 2014. Pemberian Mulsa Jerami Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Gulma dan Produksi Tanaman Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *J. Bio*. Universitas Andalas 3 (1) : 73-79.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Jones, B Jr. 2008. *Tomato Plant Culture In the Field, Green House and Home Garden*. CRC Press. New York.
- Lakitan, B. 2004. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Leiwakabessy, F. M. 1988. *Diktat Kuliah Kesuburan Tanah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 288 hlm.
- Leiwakabessy, F.M. dan A. Sutandi. 2000. *Pupuk dan Pemupukan*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Mahmood, M., Farroq, K., Hussain, A., dan Sher, R. 2002. Effect of Mulching on Growth and Yield of Potato Crop. *Asian Jurnal. Of Plant Sci*. 1 (2) : 122-133.
- Marschner, P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plant Third Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier. USA.
- Purwati, E., dan Khairunisa. 2007. *Budidaya Tomat Dataran Rendah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahayu, S., Bata, M., dan Marsudi, A. 2011. Potensi Ekstrak Daun Bambu sebagai Antibakteri dalam Susu Pedet PFH Lepas Kolostrum. *Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T)* Departemen Pertanian dengan Universitas Soedirman.
- Retno dan Darminanti S. 2009. Pengaruh Dosis Kompos Dengan Stimulator *Tricoderma* Terhadap Pertumbuhan

dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.). Varietas pioneer –11 Pada Lahan Kering. *Jurnal BIOMA*, 11 (2): 69-75.

Rukmana, R., 2007. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Kanisius. Yogyakarta.

Sudjianto dan Veronica, K. 2009. Studi Pemulsaan dan Dosis NPK Pada Hasil Buah Melon. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2): 3–7.

Studi Jenis dan Status Konservasi Burung-Burung Yang di Perdagangan di Wilayah Metro dan Bandar Lampung

Regina Alvira P. Setioko¹, Nuning Nurcahyani², Tugiyono², Sugeng P. Harianto³

^{1,2} Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung,

³ Jurusan Kehutanan FP Universitas Lampung

Email : Reginaalvira88@gmail.com

ABSTRAK

Burung merupakan hewan yang termasuk dalam kelas Aves. Menurut BirdLife International (2003), perburuan untuk perdagangan hewan peliharaan adalah ancaman utama untuk 34 spesies burung di Asia dan merupakan masalah utama bagi beberapa burung yang terancam punah di Indonesia. Hal tersebut dilakukan karena faktor ekonomi, kurangnya ilmu pengetahuan tentang status konservasi dan peranan burung-burung yang dilindungi bagi kehidupan di alam. Adanya aktivitas manusia terkait dengan perdagangan satwa dapat menyebabkan penurunan populasi, gangguan siklus hidup bahkan kepunahan. Status konservasi merupakan indikator yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keterancaman spesies makhluk hidup dari kepunahan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember-Maret 2019 di Pasar Burung wilayah Metro dan Bandar Lampung dengan tujuan untuk mengetahui jenis dan status konservasi burung-burung yang diperdagangkan di wilayah Metro dan Bandar Lampung. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data primer secara langsung dari lapangan, wawancara dengan penjual maupun masyarakat di sekitar pasar burung, dengan parameter yang diamati antara lain: jenis, harga, asal, dan jenis makanan burung. Hasil yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa sebanyak 89 jenis burung yang diperdagangkan 86% berstatus *Least Concern*, 5% *Vulnerable*, 3% *Near Threatened*, 3% *Critically Endangered*, dan 3% *Endangered* menurut IUCN.

Kata Kunci : aves, jenis, status konservasi, perdagangan burung, Metro, Bandar Lampung.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Salah satu fauna yang paling sering dijumpai adalah burung. Namun, pengelolaan fauna ini belum dilakukan secara baik, sehingga banyak jenis-jenis burung yang terancam punah. Faktor utama yang menyebabkan jenis-jenis burung terancam punah adalah rusaknya habitat dan perburuan untuk perdagangan (Metz, 2005).

Burung termasuk dalam vertebrata terbesar yang paling banyak dikenal, diperkirakan ada sekitar 8600 jenis burung yang tersebar di seluruh dunia. Dalam perdagangan burung peliharaan, burung dibedakan menjadi burung paruh bengkok (famili Psittacidae) dan non paruh bengkok yang biasa disebut burung *ocean*. Burung

ocean ini dipelihara karena memiliki kicauan yang merdu dan memiliki bulu yang molek. Pulau Jawa memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Memiliki filosofi atau falsafah "*Hasta Brata*" mengatakan bahwa seseorang belum sempurna akan hidupnya, apabila belum memiliki 7 persyaratan, salah satunya adalah *kukilo* atau burung, hal ini yang mempengaruhi banyaknya peminat terhadap burung di Pulau Jawa (Rakhman, 2012).

Sebanyak 562 jenis burung masuk dalam daftar tersebut atau sekitar 31,73% dari total 1.771 jenis burung yang ada di Indonesia dalam daftar jenis sebelumnya hanya 437 jenis burung saja yang berstatus dilindungi. Selain itu, sebanyak 27 jenis atau 98% dari total 28 jenis burung di

Indonesia yang berstatus kritis (*Critically Endangered*) berda-sarkan Daftar Merah IUCN, Sebelumnya hanya mengakomodir 64% burung berstatus kritis. Perdagangan satwa liar menjadi ancaman yang serius bagi kelangsungan hidup satwa di alam karena sekitar 95% satwa yang diperdagangkan berasal dari tangkapan liar di alam dan sisanya hasil penangkaran (ProFauna,2009).

Perdagangan satwa liar mencakup semua penjualan atau pertukaran sumber daya hewan dan tumbuhan, seperti kulit, obat, bahan-bahan, makanan serta dapat memberikan penghasilan bagi sebagian orang secara ekonomi dan menghasilkan pendapatan yang cukup besar secara nasional dan merupakan jantung dari konservasi keanekaragaman hayati dan pembangunan berkelanjutan (Ng PKL dan Tan 1997; Shunichi 2005;TRAFFIC 2008;Abensperg-Traun 2009).

Faktor pendorong utama bagi pedagang satwa liar adalah ekonomi, mulaidari skala pendapatan lokal skala kecil sampai dengan bisnis yang berorientasi pada keuntungan besar. Sementara sebagian besarsatwa liar diperdagangkan secara lokal, dan mayoritas secara nasional (yang berada dalam batas politik Indonesia negara atau negara bagian) ada sejumlah besar satwa liar yang diperdagangkan secara internasional (Greendan Shirley 1999; Stoett 2002; Auliya 2003; WCS dan TRAFFIC 2008; Blundell dan Mascia 2005; Schlaepfer *et al.* 2005; Nijman dan Shepherd 2007). Antara pengumpul satwa liar dan pengguna akhir, sejumlah perantara dapat dilibatkan perdagangan satwa liar, termasuk spesialis yang terlibat dalam penyimpanan, penanganan, transportasi, manufaktur, produksi industri, pemasaran, dan bisnis ekspor dan ritel, dan ini dapat beroperasi di dalam negeri dan internasional (TRAFFIC, 2008).

Salah satu tempat perantara dalam perdagangan satwa liar adalah pasar. Pasar

merupakan tempat berkumpulnya penjual dan pembeli. Ada berbagai jenis pasar yang ada, salah satunya burung yang menjual berbagai macam jenis burung. Ada dua jenis pasar burung di Indonesia yaitu pasar burung terbuka dan pasar burung tertutup atau pasar burung gelap. Pasar burung terbuka adalah pasar burung yang secara visual tampak sebagai pasar tempat bertemu penjual dan pembeli. Ciri khas dari pasar terbuka ini adalah satwa sengaja dipajang dengan segala daya tariknya untuk menjaring konsumen sebanyak-banyaknya. Pasar burung tertutup adalah pasar satwa yang menyediakan satwa untuk diperjualbelikan kepada konsumen, tetapi penawaran dan transaksi dilakukan secara tertutup. Pasar satwa tertutup ini biasanya menawarkan satwa yang tidak boleh diperjualbelikan, karena telah dilindungi undang-undang (Haryanta, 2011).

Provinsi Lampung merupakan Pulau yang masih memiliki Sumber daya alam yang melimpah karena masih memiliki Hutan lindung, Pesisir dan akses jalur penyebrangan yang dekat yaitu Pelabuhan Bakauheni. Salah satu kegiatan yang paling banyak dilakukan oleh masyarakat di provinsi lampung adalah perdagangan ilegal dan perburuan liar. Hal tersebut menjadi peluang besar yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengatasi masalah perekonomian mereka.

Studi ini dilakukan di pasar burung wilayah Ganjar Agung kota Metro dan Bandar Lampung yang berpotensi sebagai tempat perdagangan burung-burung liar yang status konservasinya LC (Least concern) hingga EN (Endangered). Adanya permintaan burung yang tinggi oleh sebagian masyarakat dapat menjadi peluang pasar bagi pedagang dan pemburu burung untuk mendapatkan keuntungan secara ekonomi. Untuk memenuhi ke-butuhan permintaan burung, maka pedagang burung selalu berupaya agar bisa menyediakan jenis-jenis burung yang diminati oleh

pembeli. Berbagai upaya ditempuh oleh pemburu burung untuk mendapatkan pasokan burung yang molek tanpa memperhatikan ancaman bagi kelestarian spesies burung yang ditangkap. Berdasarkan uraian tersebut, perlunya dilakukan penelitian terkait pendataan dan informasi tentang burung-burung yang diperdagangkan di pasar burung yang ada di daerah tersebut untuk mengurangi dan memberi informasi terkait pentingnya konservasi burung-burung yang diperdagangkan.

METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Desember-Maret 2019 di Pasar Burung wilayah Metro dan Bandar Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan data lapangan adalah burung, penjual burung, buku identifikasi jenis burung (SKJB MacKinnon *et al.*, 1998), *camera digital*, *handphone*, lembar data, papan alas kertas dan alat tulis.

C. Metode Pengambilan Data Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan adalah kegiatan awal untuk mengetahui dan mengenal kondisi tempat pengambilan data, agar pada saat melakukan pengambilan data tidak mengalami kesulitan. Survei Pendahuluan digunakan juga untuk memperoleh data primer tentang burung-burung apa saja yang diperdagangkan di Pasar Burung Metro dan Bandar Lampung.

D. Pengumpulan Data primer dan Sekunder

Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung dari lapangan, adapun data-data yang dicatat berupa

jenis burung yang diperdagangkan, asal burung (pe-nangkaran atau liar), harga burung, dan status konservasi dari burung yang diperdagangkan. Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari beberapa literatur terkait jenis burung yang diperdagangkan.

E. Wawancara

Kegiatan wawancara bertujuan untuk memperoleh informasi tentang perdagangan burung, jenis, harga dan asal burung yang dijual. Wawancara ini ditujukan langsung kepada pedagang burung yang ada di wilayah Metro dan Bandar Lampung.

F. Analisis Data

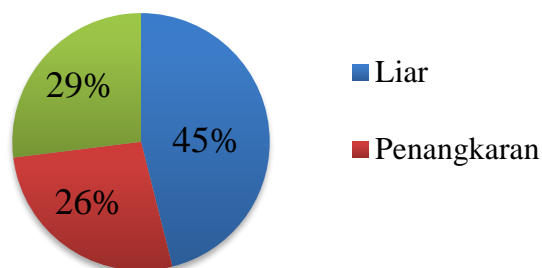
Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif, yaitu deskripsi jenis, status konservasi, dan foto spesies burung yang diperdagangkan dari hasil pengamatan langsung di wilayah Metro dan Bandar Lampung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daerah Asal Dan Keberadaan Jenis Burung yang diperdagangkan Di Wilayah Bandar Lampung Dan Metro

Jenis burung yang diperdagangkan di wilayah Bandar Lampung dan Metro pada umumnya adalah jenis burung yang diperoleh dari hasil tangkapan liar. Burung yang diperoleh dari hasil tangkapan liar mendominasi dari hasil data yang diperoleh, dengan nilai persentase sebesar 45%. Burung-burung yang berasal dari tangkapan liar tersebut sangat beragam jenis dan suaranya, hal tersebut membuat masyarakat penyuka burung tertarik dan ingin memilikinya serta menyebabkan penurunan populasi jenis burung yang berada di alam liar. Hasil dari data yang diperoleh 29 % burung yang diperoleh dari hasil tangkapan liar/penangkaran dan hanya 26% saja

burung yang diperoleh dari hasil penangkaran.



Gambar 13. Asal Burung Yang Diperdagangkan Di Wilayah Bandar Lampung Dan Metro.

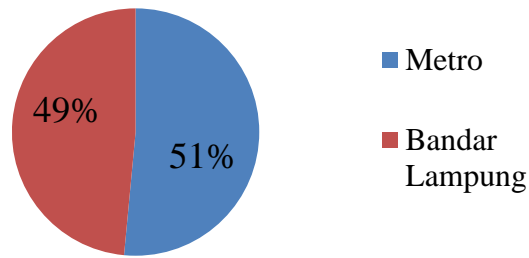
Burung yang diperoleh dari hasil Penangkaran dan Liar/Penangkaran tidak terlalu tinggi namun masih dapat menyebabkan keseimbangan populasi burung yang ada semakin menurun di alam liar. Namun menurut pedagang dan sebagian masyarakat penyuka burung langkah yang mereka gunakan untuk memelihara burung adalah baik karena dapat membantu melestarikan burung yang tidak banyak dijumpai di alam liar lagi yaitu dengan membudidayakannya. Sebagian besar burung yang diperdagangkan di wilayah Metro dan Bandar Lampung adalah jenis burung pengicau dan memiliki corak dan warna bulu yang sangat indah, sehingga sangat cocok di-pelihara dan dijadikan hiasan atau diperlombakan oleh mereka.

B. Jenis Burung Yang Diperdagangkan Di Wilayah Bandar Lampung Dan Metro

Terdapat 89 jenis burung yang dijumpai dari hasil observasi lapang yang telah dilakukan di Wilayah Bandar Lampung dan Metro. Dari 89 jenis burung yang ada tidak semuanya terdapat dimasing-masing wilayah. Berdasarkan data yang didapat, ada 65 Jenis Burung yang

terdapat diwilayah Bandar Lampung dan 69 jenis burung yang terdapat diwilayah Metro. Berdasarkan data tersebut dapat dipersentasekan yaitu sebanyak 49% burung yang diperdagangkan di wilayah Bandar Lampung dan sisanya sebanyak 51% burung yang diperdagangkan terdapat di wilayah Metro. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak penangkaran/Hutan dengan wilayah perdagangan; banyaknya masyarakat penyuka burung; harga jual burung yang diperdagangkan. Salah satu alasan Kota Bandar Lampung lebih rendah persentase jumlah jenis burung yang diperdagangkan diduga karena kota Bandar Lampung sudah termasuk Kota Besar yang ramai dan sulit mendapatkan keanekaragaman burung yang ada, maka dari itu Kota Bandar Lampung memiliki harga jual burung yang lebih tinggi dibandingkan dengan Kota Metro sehingga masyarakat penyuka burung lebih memilih untuk membeli dan mencari spesies burung yang lebih bervariasi diwilayah Metro karena wilayah tersebut lebih dekat dengan hutan dan lebih terjaga alamnya sehingga masih banyak dijumpai beranekaragam spesies burung. Namun, bukan berarti wilayah Bandar Lampung tidak memiliki potensi keanekaragaman

terhadap jenis burung yang diperdagangkan.



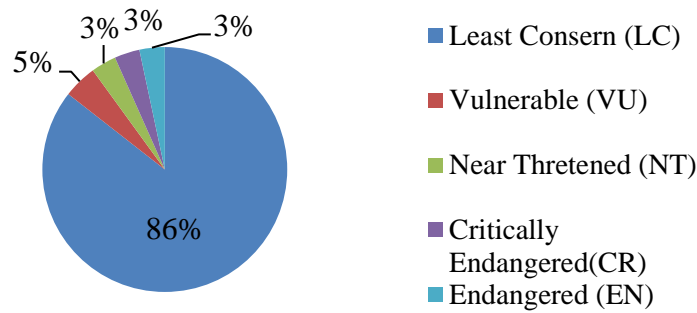
Gambar 14. Jumlah Jenis Burung Yang Diperdagangkan Di Wilayah Bandar Lampung Dan Metro

C. Status Konservasi Burung-burung Yang Diperdagangkan Di Wilayah Bandar Lampung Dan Metro Menurut IUCN Dan CITES

Berdasarkan Data diatas dapat dipersentasekan bahwa Status konservasi burung-burung yang diperdagangkan menurut IUCN sebagai berikut: (1) 86% Burung-burung yang diperdagangkan diwilayah Metro dan Bandar Lampung berstatus *Least Concern* (LC) yaitu Beresiko rendah, artinya burung-burung ini jumlah spesiesnya masih banyak tetapi jika burung-burung ini diperdagangkan akan mengancam populasinya di alam liar; (2) 5% berstatus *Vulnerable*(VU) yaitu Rentan terancam, artinya burung-burung yang berstatus VU ini populasi di alam masih ada namun sudah rentan terancam; (3) 3% berstatus *Near Threatened* (NT) yaitu Mendekati Terancam, artinya populasi burung-burung yang diperdagangkan sudah cukup berkurang di alam; (4) 3% berstatus *Criically Endangered* (CR) yaitu Kritis, artinya populasi buung-burung yang diperdagangkan sudah sangat sedikit di alam(kritis) dan biasanya hanya jenis-jenis

tertentu yang dapat dipelihara menggunakan surat dari pemerintah yang berwenang; (5) 3% berstatus *Endangered* (EN) yaitu Terancam Punah, artinya Populasi butung-burung yang ada sangat kritis dan sangat sulit bahkan sangat dilindungi oleh pihak-pihak yang berwenang sehingga burung-burung yang berpredikat EN ini tidak layak diperdagngkan secara sembarang. Sedangkan status konservasi menurut CITESmasih banyak jenis-jenis burung yang belum masuk dalam daftar perdagangan burung yang dilindungi.

Berdasarkan hasil wawancara kepada pedagang burung saat ini untuk mendapatkan burung-burung yang berstatus dilindungi untuk diperdagangkan sudah cukup sulit, karena saat ini pihak-pihak yang berwenang dalam konservasi burung sudah ketat dan teliti dalam memberlakukan UU yang ada tentang perdagangan burung. Maka dari itu kebanyakan masyarakat yang menjual burung-burung yang dilindungi dan tidak memiliki perizinan legal memlih jalur perdagngan gelap (Tertutup).



Gambar 35. Status Konservasi Menurut IUCN.

D. Kepedulian Masyarakat Terhadap Perdagangan Burung

Sebagian besar Masyarakat Beranggapan bahwa pentingnya konservasi dan rehabilitasi burung telah mengetahui arti penting konservasi dan rehabilitasi burung yang kemudian menunjukkan kesadaran terhadap konservasi dan rehabilitasi burung. Namun, sebagian masyarakat juga beranggapan tidak penting adanya konservasi dan rehabilitasi burung yang menunjukkan bahwa pada masyarakat ini belum memahami arti penting konservasi dan rehabilitasi yang kemudian menunjukkan kurangnya kesadaran terhadap konservasi dan rehabilitasi burung (Ardi, 2017).

E. Syarat penangkaran hewan-hewan yang dilindungi

Secara berurutan, tata cara yang harus ditempuh masyarakat awam yang ingin memelihara satwa langka adalah sebagai berikut :

1. Mengajukan surat izin ke Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) dalam bentuk proposal izin menangkarkan atau memelihara hewan dilindungi.
2. Salinan Kartu Tanda Penduduk (KTP) untuk individu atau perseorangan serta akta notaris untuk badan usaha.
3. Surat Bebas Gangguan Usaha dari kecamatan setempat. Surat ini berisi keterangan bahwa aktivitas penangkaran

dan pemeliharaan hewan tidak mengganggu lingkungan sekitar.

4. Bukti tertulis asal-usul indukan. Bukti ini memuat syarat tentang indukan dari hewan yang dipelihara. Indukan hewan dilindungi yang akan dipelihara harus berasal dari hewan yang telah didaftarkan sebagai hewan yang dipelihara atau ditangkarkan secara sah pula. Artinya, hewan hasil tangkapan liar dilarang untuk dipelihara karena tidak memenuhi syarat ini. Di sini dapat diketahui syarat hewan yang akan dipelihara telah melewati tiga generasi penangkaran oleh manusia.
5. Kesiapan teknis, mencakup kandang tempat penangkaran atau pemeliharaan hewan dilindungi, kesiapan pakan dalam memelihara hewan dilindungi, perlengkapan memelihara hewan, dan lain-lain.
6. Surat Rekomendasi dari kepala BKSDA setempat jika hewan tersebut berasal dari daerah lain.

F. Lembaga Pemerintah Tentang Perdagangan Burung

Menurut data Traffic Illegal Wildlife Network pada 2009, nilai penjualan perdagangan satwa ilegal ini sudah mencapai 323 miliar dolar AS. Nilai perdagangan satwa dan tumbuhan liar merupakan terbesar ketiga di dunia setelah perdagangan narkoba dan senjata.

Kementerian LH dan Kehutanan juga sudah bekerja sama dengan Polri terkait pemberantasan perdagangan satwa ini. Pemerintah secara khusus akan merilis program kepedulian masyarakat terhadap kelestarian hutan dan keanekaragaman hayati Indonesia dengan sejumlah kampanye pada 2016.

Di Indonesia sudah terbentuk National Task Force yang bertujuan untuk membuat strategi dalam upaya pemberantasan perdagangan hewan ilegal yang melibatkan instansi instansi terkait dengan ASEAN-WEN.

G. Hasil Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara dengan pedagang burung saat ini untuk mendapatkan burung-burung yang berstatus dilindungi untuk diperdagangkan sudah cukup sulit, karena saat ini pihak-pihak yang berwewenang dalam konservasi burung sudah ketat dan teliti dalam memberlakukan Undang-undang yang ada tentang perdagangan burung. Maka dari itu kebanyakan masyarakat yang menjual burung-burung yang dilindungi dan tidak memiliki perizinan legal memilih jalur perdagangan gelap (Tertutup).

Hewan-hewan Yang Masih Diperjualbelikan

Pemerintah sudah melarang dengan tegas penjualan satwa liar yang langka. Bagi yang melanggarnya, ada ancaman pidana. Dalam Undang-Undang RI No 5/1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya diatur larangan perjualbelian hewan langka. Dalam pasal 40 ayat (2), jika melanggar Pasal 21 ayat (1) dan ayat (2) serta Pasal 33 ayat (3) dapat dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 tahun dan denda paling banyak Rp 100.000.000,00 (Seratus juta rupiah).

Aturan itu kemudian diperjelas dalam PP No 7 Tahun 1999. Lampiran dalam PP itu memuat nama hewan dan nama latinnya yang dilarang untuk dijual.

KESIMPULAN

Jenis burung yang diperdagangkan di wilayah Bandar Lampung dan Metro pada umumnya adalah jenis burung yang diperoleh dari hasil tangkapan liar. Sebanyak 20 Jenis burung yang memiliki status konservasi dilindungi dan terancam masih banyak diperdagangkan dikios-kios/pasar burung wilayah Bandar Lampung dan Metro.

Status konservasi burung-burung yang diperdagangkan menurut IUCN sebagai berikut: (1) 86% Burung-burung yang diperdagangkan di wilayah Metro dan Bandar Lampung berstatus Least Concern (LC); (2) 5% berstatus Vulnerable(VU); (3) 3% berstatus Near Threatened(NT); (4) 3% berstatus Critically Endangered(CR); (5) 3% berstatus Endangered (EN). Sedangkan status konservasi menurut CITES masih banyak jenis-jenis burung yang belum masuk dalam daftar perdagangan burung yang dilindungi.

SARAN

Perburuan ilegal dan Perdagangan burung sangat mempengaruhi keseimbangan populasi burung dan makhluk hidup lainnya yang ada di alam liar. Untuk itu perlu diadakan survei rutin terhadap pedagang-pedagang burung serta memperjelas undang-undang dan status konservasi burung-burung yang ada menurut IUCN maupun CITES.

DAFTAR PUSTAKA

- Abensperg-Traun, M. 2009. CITaES, Sustainable Use of Wild Species and Incentive-driven Conservation in Developing Countries, with an Emphasis on Southern Africa. *Biol Conserv* 142:948–963.
- Auliya, M. 2003. Hot trade in cool creatures: a review of the live reptile trade in the European Union

- in the 1990s. TRAFFIC Europe, Brussels.
- Blundell A.,G, Mascia M.,B.2005.Discrepancies in reported levels of international wildlife trade. *Conserv Biol* 19:2020–2025.
- Detik news 2013. <https://news.detik.com/berita/d-2269102/catat-ini-hewan-Langka-yang-tak-boleh-diperjualbelikan> diakses pada tanggal 13 Juli 2019 pukul 17.06 WIB.
- Green E.,P, Shirley F. 1999. The global trade in corals. World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- Haryanta., Agus., D, Nugroho., N, Hardianto. 2011. Pendataan dan Pengenalan Jenis Satwa Liar di Pasar Burung Yang Sering Diperdagangkan. Wildlife Conservation Society. Bogor.
- M, Ardi.2017. Identifikasi Kesadaran Masyarakat Terhadap Konservasi dan Rehabilitasi Burung. UPI Bandung. Bandung.
- Metz., S. 2005. The Current status of Indonesian cockatoos in the wild: Returning smuggled parrots to their forest homes. *Parrot Society of Australia* 15, 34-37.
- Ng PKL., Tan H.,H . 1997. Freshwater fishes of Southeast Asia: potential for the aquarium fish trade and conservation issues. *J Aquarium Sci Conserv* 1:79–90.
- ProFauna. 2009. ProFauna 's Report: Wildlife Trade Survey on the Bird Market in Java. ProFauna Indonesia, <http://www.profauna.org>.
- Rakhman, Zaini. 2012. Garuda Mitos dan Faktanya di Indonesia. Raptor Indonesia. Bogor.
- Schlaepfer M.,A., Hoover C., Dodd C.,K. 2005. Challenges in evaluating the impact of the trade in amphibians and reptiles on wild populations. *Bioscience* 55:256–264.
- Shepherd C,R., Nijman V .2007. An overview of the regulation of the freshwater turtle and tortoise pet trade in Jakarta, Indonesia. TRAFFIC Southeast Asia, Kuala Lumpur.
- Shunichi, T. 2005. The state of the environment in Asia 2005–2006. Springer, Japan Environmental Council, Tokyo.
- Stoett, P .2002. The international regulation of trade in wildlife: institutional and normative considerations. *Int Environ Agreem: Pol Law Econ* 2:195–210.
- Traffic. 2008. What's driving the wildlife trade?. The World Bank, Washington van Dijk PP, Stuart BL, Rhodin AGJ (eds) (2000) Asian turtle trade: proceedings of a workshop on conservation and trade of freshwater turtles and tortoises in Asia. Chelonian Research Monographs 2. Chelonian Research Foundation, Lunenburg, MA

Keragaman Lebah (Apoidea) dan Perlebahan Madu Tradisional di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Jawa Timur

Sih Kahono¹⁾, Djunijanti Peggie¹⁾, dan Erniwati¹⁾

¹⁾ Bidang Zoologi (Museum Zoologicum Bogoriense), Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Jl. Raya Jakarta Bogor, Km. 46 Cibinong 16911, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Surel: sihkahono@gmail.com

ABSTRACT

Diversity of bees (Apoidea) and traditional beekeeping in Bawean Island, Gresik, East Java, Indonesia. Bawean Island has a natural reserved forest mainly to protect endemic Bawean deer, warts pigs (*babi kutil*), and other wildlife including bees. Bees are pollinators that influenced to their environment. To date there have been no reports and publications on the diversity of bees and the utilization of bees in Bawean Island. The study aims to find out the diversity of bees and its relation to the food plants, and to know local wisdom of local people in utilizing local honeybees for traditional beekeeping. Bee sampling was carried out at 22 locations of different bee flowers from April to May 2017, using an insect sweeping net. Eighteen species of bees were found including three species of eusocial bees (*Apis cerana* and three species of stingless bees *Tetragonula* spp.), while the other fifteen species are solitary and semi-social bees. Bees tend to have different selection patterns on certain visited flowers. Solitary bees specialized to certain group of flowers, while eusocial bees select more diverse of flowers. Modern beekeeping and meliponiculture are not available in the island. Harvesting honey of both *A. cerana* and *Tetragonula* spp. directly from natural nests. Seldom occasion of translocated natural bamboo nests of stingless bees to the location nearby the people houses. Traditional beekeeping of *A. cerana* has been long time practised by common people in the island. The honey bee traditional stups are made of caving dry log which both ends are covered by wooden board and another of wooden box without frame. Both of the stups are located at the branches of the trees. The traditional beekeeping activity begins with harvesting honey of natural colonies followed by collecting and transferring the colony to unframed wooden box and settled at the house nearby. After the wooden box was harvested once to twice, the colony lets to leave the wooden box back to its original natural habitat.

Keywords: Solitary and social bees, *Apis cerana*, *Tetragonula*, flower visitors, traditional beekeeping, Bawean Island

PENDAHULUAN

Lebah (superfamily Apoidea) merupakan serangga yang hidupnya bergantung pada bunga dan demikian pula sebaliknya bunga bergantung penyerbukannya pada lebah. Interaksi yang demikian dikenal sebagai simbiose mutualisme antara lebah dengan bunga. Lebah mendapatkan makanan yang berupa nektar dan serbuk sari yang berasal dari bunga dan bunga mendapatkan bantuan penyerbukannya oleh lebah (Faegri and Pijl, 1971; Free, 1993; Roubik, 1989; Michener, 2007). Di alam, lebah memberi pengaruh positif pada lingkungan yang ditempatinya, karena perannya dalam proses awal pembentukan buah dan biji dalam bunga

tumbuhan hutan dan liar lainnya (Erniwati dan Kahono, 2009), tanaman pangan dan industri (Delaplane and Mayer, 2000; Roubik, 1989; Erniwati dan Kahono, 2011). Lebah, anakan, dan sarang lebah dapat sebagai mangsa satwa liar predator antara lain elang sesap madu (*Pernis* spp.) (Prawiradilaga and Kahono, 2019), belalang sembah, reptil, laba-laba, dan tawon *Vespa* spp.

Lebah dapat dikelompokkan menjadi lebah eusosial, semi-sosial, dan soliter. Lebah eusosial adalah lebah yang hidupnya berkoloni dalam sistem sosial, misalnya lebah madu (*honey bees*) dan lebah propolis (*stingless bees*), dan lebah gunung (*bumble bees*). Lebah semi-sosial adalah lebah yang

hidup dalam komunal atau agregasi individu dari induk yang sama dalam satu sarang. Lebah soliter adalah lebah yang hidup sendiri-sendiri dalam lubang sarangnya sambil memelihara anaknya. Antar individunya tidak memiliki hubungan sosial atau tidak saling bergantung. Dalam satu sarang, ada satu induk lebah betina yang membangun sarang dan memelihara anaknya. Lebah eusosial menghasilkan madu dan produk perlebahan lainnya, sedangkan lebah semi-sosial dan soliter tidak menimbun madu dan bahan perlebahan lainnya yang dapat dipanen oleh satwa liar dan manusia (Michener, 2007; Kahono *et al.*, 2018).

Pulau Bawean memiliki Kawasan Cagar Alam Pulau Bawean (CAPB) yang utamanya difungsikan untuk melindungi satwa endemik dan lindungan rusa Bawean (*Axis kuhlii*) dan satwa lindungan babi kutil (*Sus verrucosus*). CAPB ditunjuk berdasarkan SK: Mentan No. 762/Kpts/Um/12/1979, 5 Desember 1979 dengan luas 725 Ha, terletak di Kecamatan Sangkapura dan Tambak, Kabupaten Gresik, dengan tipe ekosistem hutan musim. Fungsi Cagar Alam tersebut sekaligus sebagai pelindung bagi satwa liar lainnya, termasuk lebah. Di pulau Bawean, nama lebah selalu dikonotasikan dengan madu, karena pulau Bawean memang dikenal sebagai penghasil madu oleh masyarakat yang tinggal di sekitar pulau bahkan sampai ke Malaysia, namun sampai saat ini belum ada laporan dan publikasi tentang keragaman lebah secara umum yang dikaitkan dengan sumber daya pakan lebah alami. Demikian pula terhadap sistem dan cara pemanfaatan lebah madu oleh masyarakat yang dikenal sebagai perlebahan tradisional.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman lebah dan asosiasinya dengan bunga yang dikunjunginya, spesies lebah yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, dan kearifan masyarakat lokal dalam perlebahan tradisional di pulau

Bawean. Penelitian ini berguna untuk ilmu pengetahuan yang bisa sebagai dasar pengelolaan (pemanfaatan dan perlindungan) lebah dan habitatnya di pulau Bawean.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan April - Mei 2017 di pulau Bawean, kabupaten Gresik, provinsi Jawa Timur.

Penelitian keragaman lebah dilakukan dengan mengeksplorasi lebah secara langsung ke habitat lebah yaitu masa tumbuhan berbunga di pinggir jalan desa dan setapak yang biasanya berada di sekitar kawasan hutan. Pengambilan sampel lebah dilakukan di 24 spesies tumbuhan tipe “bunga lebah” (Tabel 1). Bunga lebah adalah bunga yang berbentuk, ukuran warna, dan aroma khusus yang cocok dengan lebah, dan lebah menyukainya (Delphane and Mayer, 2000).

Pengambilan sampel menggunakan net serangga (*sweeping net*) dengan garis tengah net 35 cm, yang diayunkan pada masa bunga spesies yang sama sebanyak 15 kali. Kumpulan lebah yang tertangkap dimasukkan dalam kantong plastik transparan ukuran penampung 5 kilo gram barang, yang di dalamnya telah diisi kapas basah cairan pembunuh ethyl acetat. Selanjutnya, lebah yang sudah mati dimasukkan ke dalam kertas papilot yang sudah dilengkapi informasi tanggal koleksi, lokasi, posisi GPS, nama bunga, kode lokasi, dan nama pengoleksinya. Setiap lokasi pengambilan sampel, difoto bunganya untuk mempermudah mengidentifikasi nama spesies dari tumbuhan berbunga tersebut. Identifikasi lebah dilakukan secara morfospesies paling tidak level genus. Mempertimbangkan perilaku spesies lebah pada genus yang sama biasanya memiliki perilaku kunjungan ke bunga yang sama, maka untuk memudahkan analisis perilaku preferensi lebah pada bunga yang dikunjungi,

beberapa spesies lebah yang memiliki bentuk dan ukuran yang mirip akan dikelompokkan menjadi satu.

Pengamatan kearifan lokal masyarakat dalam memanfaatkan lebah penghasil madu dilakukan dengan pengamatan langsung ke habitat alam lebah madu dan ke masyarakat yang melakukan praktek perlebahan tradisional. Mencatat bahan yang digunakan untuk stup lebah, posisi dan lokasi menaruh stup, pengelolaan kotak koloni lebah, cara memanen sampai pengemasan produk madu, musuh alam, dan pemasaran madu. Wawancara dengan para pelaku ternak tradisional untuk mendapatkan data tentang pemanfaatan produk perlebahan, mekanisme produksi lebah yang berkaitan dengan perubahan musim dan lingkungan biotik lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman dan Perilaku Lebah

Dari 24 spesies bunga tempat mengoleksi lebah ditemukan sebanyak 18 spesies lebah (superfamili Apoidea), yang terdiri dari 8 spesies lebah soliter (*solitary bees*), 7 spesies lebah semi-sosial (*semi-social bees*), dan 3 spesies lebah eusosial (*eusocial bees*).

Spesies lebah soliter dan semi-sosial mendominasi keragaman lebah di pulau Bawean. Lebah soliter mengumpulkan nektar dan serbuk sari untuk kebutuhan anaknya tetapi tidak menimbunnya dalam bentuk madu dan *bee pollen* dalam jumlah yang banyak sehingga tidak dapat dikonsumsi manusia. Mereka biasanya menimbun serbuk sari yang dibasahi nektar secukupnya hanya di dalam setiap ruang-ruang anaknya untuk memenuhi pakan dalam pertumbuhan anaknya. Kebutuhan jumlah pakan yang tidak banyak diduga sebagai salah satu

penyebab lebah tidak banyak spesies bunga yang dikunjungi. Mereka biasanya menimbun serbuk sari yang dibasahi nektar secukupnya hanya di dalam setiap ruang-ruang anaknya untuk memenuhi pakan dalam pertumbuhan anaknya.

Berbeda dengan daerah lain, tidak pernah ada kegiatan introduksi spesies lebah madu ternak *A. mellifera* atau spesies lainnya ke pulau Bawean. Dengan demikian spesies lebah yang bertanggungjawab dalam penyerbukan bunga di pulau Bawean adalah spesies lebah asli. Tidak ditemukan lebah madu raksasa atau tawon gung *A. dorsata dorsata* di pulau Bawean menunjukkan perbedaan pulau ini dengan pulau Jawa dan pulau kecil di sekitarnya. Bila data di atas ditambah fakta sebaran rusa Bawean yang sebarannya di pulau ini dan Filipina merupakan fenomena menarik untuk mengaji asal muasal pulau ini. Untuk itu diperlukan kajian lebih dalam tentang flora, fauna, geologi, dan archeologi pulau Bawean.

Informasi dari masyarakat tentang minyak yang memiliki kemampuan mendatangkan keberuntungan bernama minyak klanceng putih. Dari isu yang berkembang di masyarakat, bahwa minyak tersebut berasal dari lebah klanceng (lebah propolis) yang berwarna putih. Di Indonesia, lebah propolis yang berwarna putih-kekuningan adalah *Tetragonula melanocephala* atau *T. melina* yang ada di pulau Kalimantan (Kahono *et al.*, 2018). Dalam penelusuran mencari spesies tersebut di pulau Bawean tidak membuahkan hasil, namun ada informasi dari pemakainya, bahwa minyak klanceng putih berasal dari pulau Madura. Dalam penelusuran ke pulau Madura, dari seorang “pintar” disimpulkan bahwa minyak klanceng putih bukan dari spesies lebah propolis, tetapi minyak perdukunan yang dirahasiakan asalnya, tetapi

minyak tersebut sangat menarik lalat famili Tephritidae: lalat buah sejati *Bactrocera* sp. (syn. *Dacus* sp.) yang warnanya kekuningan dan seukuran dengan klanceng. Dalam logika saya dan dari beberapa foto tentang spesies klanceng putih tersebut adalah lalat *Bactrocera* sp.

Asosiasi antara Lebah dengan Bunga di pulau Bawean

Pulau Bawean memiliki kekayaan spesies tumbuhan berbunga sumber pakan lebah, sebagian seperti yang tertuang pada Tabel 3. Dari sejumlah spesies bunga di pulau Bawean yang dikunjungi lebah, tercatat spesies diantaranya adalah tumbuhan *alien invasive* yang mensupport sumber pakan dari lebah asli (*native bees*). Adaptasi lebah lokal pada bunga tumbuhan asing invasif sangatlah cepat dibandingkan adaptasi serangga herbivora pada daun daripada waktu adaptasi serangga herbivora terhadap daun yang memerlukan waktu sangat lama. Sejauh tumbuhan tidak mengganggu dan menimbulkan masalah di waktu yang akan datang, perlu dipertimbangkan untuk dikembangkan tumbuhan tersebut untuk tanaman pakan lebah.

Hubungan antara kelompok lebah dengan bunga-bunga yang diamati, terlihat bahwa setiap kelompok lebah cenderung memiliki pola memilih bunga yang berbeda-beda. Ada asosiasi antara bentuk dan ukuran dari lebah dengan bunga yang dikunjunginya (Barth, 1991). Kebutuhan jumlah pakan lebah soliter dan semi-sosial tidak banyak karena hanya untuk mencari makanan untuk beberapa individu anaknya sehingga hal ini diduga menjadi salah satu penyebab lebah soliter lebih terspesialisasi. Hal yang sebaliknya terjadi pada lebah eusosial. Lebah eusosial memilih lebih beragam bunga dengan populasi yang lebih tinggi (Gambar 1).

Setiap spesies bunga dikunjungi oleh lebih dari satu spesies lebah. Tingkat kemenarikan bunga ditandai dengan jumlah spesies dan individu lebah yang mengunjungi bunga (Gambar 2).

Potensi Pengembangan Lebah

Lebah soliter dan semi-sosial hidupnya dalam liang-liang terowongan memanjang pada kayu dan ranting kering atau dalam tanah dan bebatuan. Di negara maju bidang pertaniannya, praktek konservasi habitat alami dan aplikasi beberapa spesies lebah soliternya yang telah berhasil dikembangkan untuk penyerbukan tanaman pertanian. Potensi peningkatan produksi tanaman buah oleh penyerbukan lebah soliter telah dilakukan di Indonesia antara lain oleh Maulindyah dkk. (2017). Lebah dapat difungsikan sebagai penyerbuk tanaman pertanian, namun potensi lebah soliter sebagai penyerbuk tanaman pertanian belum dimanfaatkan di Indonesia. Saat ini penyerbukan lebah soliter masih mengandalkan populasi alam yang rentan dari perubahan lingkungan dan pencemaran.

Lebah sosial di pulau Bawean *A. cerana* dan *Tetragonula* spp. memiliki populasi yang tinggi dan memilih lebih banyak spesies bunga daripada lebah soliter (Gambar 1). Serangga sosial memiliki lebih banyak spesies bunga yang dikunjungi untuk mencukupi kebutuhan nektar dan serbuk sari bagi anaknya (Delphane and Mayer, 2000). Tiga spesies lebah ini menimbun madu, propolis, dan *bee pollen* di dalam sarangnya. Lilin juga dihasilkan oleh lebah madu tersebut. Ketiga spesies lebah tersebut bersarang di dalam rongga sehingga bisa ditenakkan dalam kotak pemeliharaan (stup) buatan. Ketiga spesies lebah eusosial ini menyukai hampir seluruh spesies bunga yang disukai oleh lebah soliter. Lebah eusosial memiliki variasi ukuran dan bentuk tubuhnya. Lebah sosial berasosiasi dan simbiosis dengan spesies atau kelompok

tumbuhan dengan tipe bunga lebah sehingga fungsinya dapat dioptimalkan sebagai penyerbuk tanaman pertanian. Namun, pengetahuan masyarakat juga rendah terhadap pemanfaatan spesies lebah ini untuk produksi madu, propolis apalagi untuk meningkatkan produksi tanaman pertanian, sehingga masyarakat belum memanfaatkan *Tetragonula* sebagai penghasil madu dan propolis, tetapi sebagian masyarakat telah melakukan ternak lebah *A. cerana* secara tradisional di depan rumahnya.

Perlebahan Tradisional

Pulau Bawean kaya spesies bunga tumbuhan liar dan tanaman. *Landscape* pulau Bawean berbukit-bukit berbatu cocok sebagai habitat dari lebah madu. Habitat perlebahan yang baik yang mendukung program perlebahan madu biasanya berupa pedesaan hijau dikelilingi oleh bukit atau lereng kars yang banyak celah-celah batu yang sering untuk tempat bersarang lebah madu. Belum pernah ada sistem ternak lebah madu moderen (dengan *frame*) dan ternak lebah propolis (*meliponi culture*) di pulau Bawean. Tiga spesies lebah eusosial tersebut di atas tidak ditenakkan secara modern tetapi secara tradisional (*traditional meliponiculture* dan *traditional apiculture*).

Biasanya madu lebah propolis *Tetragonula* spp. dipanen langsung dari sarang alam tanpa menernakkannya. Beberapa orang telah memindahkan bambu sarang lebah propolis dari alam ke lokasi dekat rumah agar mudah dikontrol dan dipanen. Sampai saat ini belum ada masyarakat yang menernakkannya dalam stup.

Lebah madu *A. cerana* sudah ditenakkan secara tradisional oleh masyarakat sekitar hutan dan yang tinggal di lingkungan hijau. Ternak lebah madu

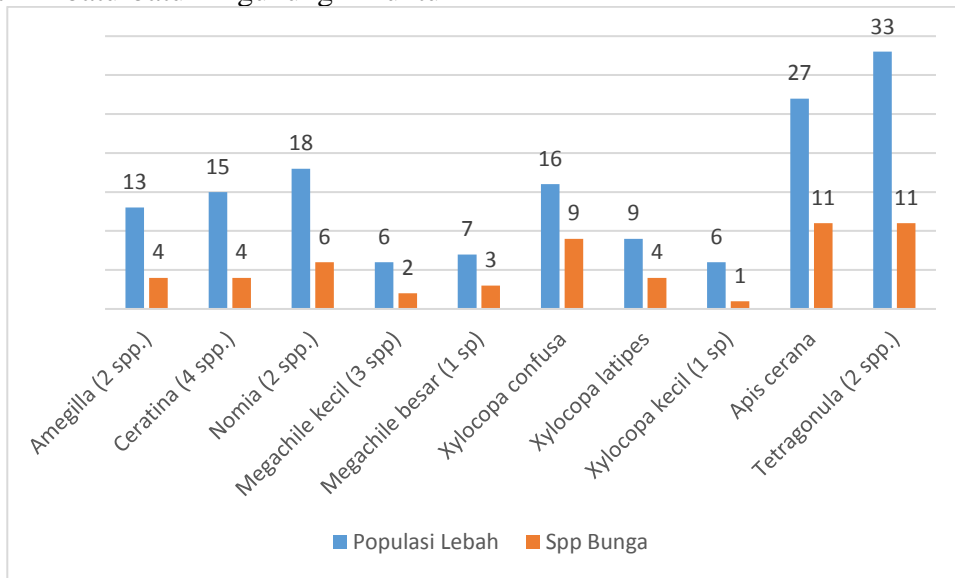
tradisional menggunakan rongga batang pohon kering yang ditutup pada kedua ujungnya dan kotak kayu tanpa *frame* yang dipasang di cabang-cabang pepohonan dan bagian bangunan rumah.

Dalam melakukan aktivitas perlebahan ini masyarakat memahami kondisi alam tentang habitat alami lebah madu *A. cerana* siklus pembungaan yang ada di luar pemukiman dan di dalam lingkungan pemukiman. Dengan dasar pengetahuan utama tersebut masyarakat melakukan siklus aktivitas perlebahan madu secara tradisional yang dimulai dengan memanen madu dari koloni yang hidup di habitat alaminya, diikuti dengan pemindahan koloni tersebut ke dalam kotak kayu tanpa *frame* di sekitar pemukiman. Setelah koloni *A. cerana* dalam kotak kayu tersebut dipanen madunya, koloni lebah dibiarkan saja meninggalkan kotak kayu kembali ke habitat alaminya.

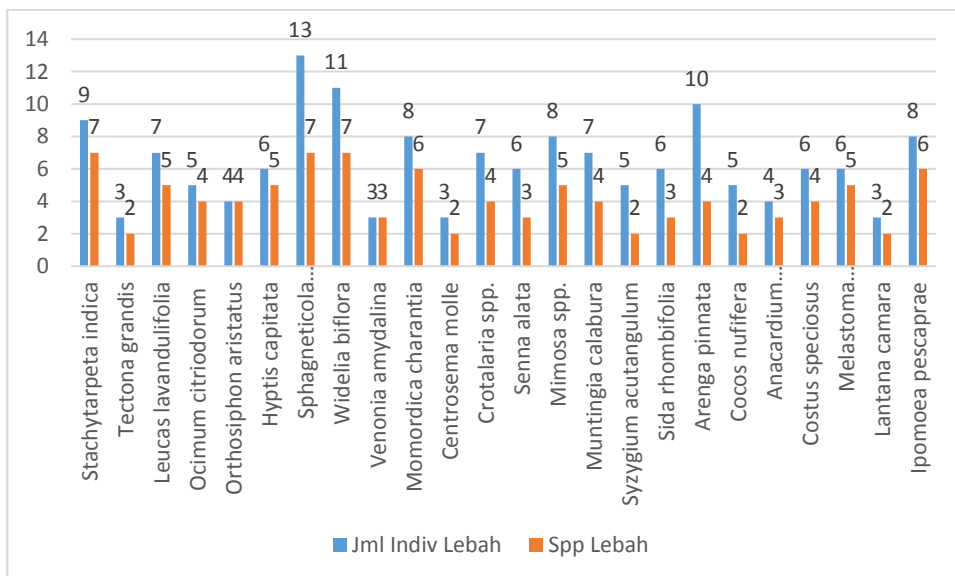
Waktu panen dilakukan sebanyak 2 kali dalam setahun. Panen raya atau panen pertama dilakukan pada akhir tahun, biasanya pada bulan November dan selanjutnya dilakukan pada awal tahun sekitar bulan Februari. Musim panen biasanya berhubungan dengan musim bunga raya, dimana ada spesies utama pemasok nektar. Panen pertama disebut sebagai panen raya, diperoleh 4-5 botol sirup ABC/sarangnya, sedangkan panen ke-2 diperoleh madu lebih sedikit antara 1,5-3 botol. Desa penghasil madu terbanyak adalah desa Patar Slamet yang memiliki sekitar 250 kotak. Hasil madu lebih banyak dikirim ke Malaysia, melalui masyarakat yang bekerja di negeri Jiran tersebut yang biasanya kembali ke Bawean pada bulan puasa dan pergi lagi ke Malaysia setelah lebaran usai. Dalam pengamatan saat ini terlihat bahwa dari sekitar 40 kotak sarang yang diamati hanya sekitar 10% yang dihuni lebah,

sedangkan yang lainnya kosong. Data ini menunjukkan bahwa pada bulan tertentu terutama paska panen, koloni lebah tidak memiliki cukup anakan dan lingkungannya kurang bunga, kondisi ini yang diduga menyebabkan koloni pergi dan memilih menempati batu-batu gunung untuk

sarangnya. Mungkin di lingkungan sekitar sarangnya lebih banyak bunga. Diperlukan penelitian lebih lanjut. Namun sarang-sarang yang kosong akan diisi kembali oleh koloni lebah pada saat mulai banyak bunga.



Gambar 1. Populasi lebah yang mengunjungi seluruh spesies bunga



Gambar 2. Keragaman dan jumlah individu lebah yang mengunjungi setiap spesies bunga

Tabel 1. Daftar spesies bunga yang diambil sampel lebahnya di pulau Bawean

No.	Spesies bunga (famili); nama lokal	No.	Spesies bunga (famili); nama lokal
1	<i>Stachytarpetta indica</i> (Verbenaceae); pecut kuda	13	<i>Senna alata</i> (Caesalpiniaceae); ketepeng cina
2	<i>Tectona grandis</i> (Lamiaceae); jati	14	<i>Mimosa</i> spp. (Mimosaceae); putri malu
3	<i>Leucas lavandulifolia</i> (Lamiaceae);	15	<i>Muntingia calabura</i> (Muntingiaceae); talok
4	<i>Ocimum citriodorum</i> (Lamiaceae); kemangi	16	<i>Syzygium acutangulum</i> (Myrtaceae); jambu hutan
5	<i>Orthosiphon aristatus</i> (Lamiaceae); kumis kucing	17	<i>Sida rhombifolia</i> (Malvaceae); sidaguri
6	<i>Hyptis capitata</i> (Lamiaceae); hiptis	18	<i>Arenga pinnata</i> (Arecaceae); kolang-kaling
7	<i>Sphagneticola calendulacea</i> (Asteraceae)	19	<i>Cocos nucifera</i> (Arecaceae); kelapa
8	<i>Widelia biflora</i> (Asteraceae)	20	<i>Anacardium occidentale</i> (Anacardiaceae)
9	<i>Venonia amydalina</i> (Asteraceae)	21	jambu mete
10	<i>Momordica charantia</i> (Cucurbitaceae); pare	22	<i>Costus speciosus</i> (Costaceae); pacing tawar
11	<i>Centrosema molle</i> (Leguminosae)	23	<i>Melastoma malabathricum</i> (Melastomataceae); Senggani
12	<i>Crotalaria</i> spp. (Fabaceae); orok-orokan	24	<i>Lantana camara</i> (Verbenaceae);
			<i>Ipomoea pescaprae</i> (Convolvulaceae)

Tabel 2. Daftar spesies lebah (dan pengelompokannya) yang dikoleksi dari pulau Bawean

No	Nama spesies	No	Nama spesies
1	<i>Apis cerana</i> (lebah eusosial)	2	<i>Tetragonula laeviceps</i> (lebah eusosial)
3	<i>Tetragonula</i> sp1 (lebah eusosial)	4	<i>Amegilla</i> sp1 (lebah soliter)
5	<i>Amegilla</i> sp2 (lebah soliter)	6	<i>Nomia</i> sp (lebah soliter)
7	<i>Nomia</i> sp2 (lebah soliter)	8	<i>Ceratina</i> sp1 (lebah soliter)
9	<i>Ceratina</i> sp2 (lebah soliter)	10	<i>Ceratina</i> sp3 (lebah soliter)
11	<i>Ceratina</i> sp4 (lebah soliter)	12	<i>Megachile</i> sp1 (lebah semi-sosial)
13	<i>Megachile</i> sp2 (lebah semi-sosial)	14	<i>Megachile</i> sp3 (lebah semi-sosial)
15	<i>Megachile</i> sp4 (lebah semi-sosial)	16	<i>Xylocopa</i> sp1 (lebah semi-sosial)
17	<i>Xylocopa confusa</i> (lebah semi-sosial)	18	<i>Xylocopa latipes</i> (lebah semi-sosial)

KESIMPULAN

Di pulau Bawean ditemukan sebanyak tiga spesies lebah eusosial dan lima belas lebah soliter dan semi-sosial. Lingkungan keragaman sumber pakan lebah terdiri dari tumbuhan asli dan *allien invasive*. Perlebahan *apiculture* tradisional didukung oleh lingkungan landscape dan pergantian pembungaan antara tumbuhan di habitat alam dan di sekitar perumahan.

REFERENSI

Barth FG. 1991. Insects and flowers. The

- biology of a partnership. Princeton University Press. 408 pp.
- Delphane KS and DF Mayer. 2000. Crop pollination by bees. CABI Publishing. 344 pp.
- Faegri K and LVD Pijl. 1971. The principles of pollination ecology. Pergamon Press. Oxford-New York-Toronto-Sydney-Braunschweig. 291 pp.
- Free JB. 1993. Insect pollination of crops. 2nd edition. Academic Press. 684 pp.
- Kahono S. 2015. Manfaat dari Interaksi Serangga Penyerbuk dan Bunga Bagi Manusia dan Lingkungan. *Fauna Indonesia* Vol. 14 (1): 27-37.

- Kahono S. 2018. Diversity and the potency of social bees in Indonesia. Keynote speaker presentation of International Conference of Asian Apiculture Association. Jakarta.
- Kahono S, M Engel, and Michener CD. 2007. The bees of the world. 2nd edition. Johns Hopkins University Press. 953 pp.
- Prawiradilaga DM dan S Kahono. 2019. Hunting strategy of the oriental honeybuzzard (*Pernis ptilorhynchus*). Proceeding of International Bali.
- Roubik DW. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press. 514 pp.

Model Agroforestri Empat Lapis: Sebuah Pendekatan Dalam Pengelolaan Lahan Sub Optimal di Bali Barat

Albert Husein Wawo¹⁾, Sally Silverstone ²⁾, Peni Lestari¹⁾

1) Peneliti Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Cibinong

2) Peneliti Biosphere Foundation, USA.

Email: wawoal@yahoo.com

ABSTRACT

Sub-optimal land in Indonesia is very broad, including the Penjarakan Village, West Bali. The development of the Four-Layer Agroforestry Model was carried out in Penjarakan village in year 2012-2015 as one of the approaches to improve the productivity of dry climate dry land. The activity was addressed at revealing the management of core layers in the agroforestry system through crop rotation and providing information on the growth of several plant species cultivated at each layer in the Four-Layer Agroforestry model. The results obtained from this activity were as follows: Dry land management following the Four-Layer Agroforestry Model developed in Penjarakan village, Grokgak, West Bali has been suitable because it is able to provide food for one farmer family, forage for 1 cow for 12 months and develop valuable crops for the future. Crop rotation in the core layer in the agroforestry model needs to be developed primarily to increase land productivity and maintain agricultural land fertility. The presence of banana plants in the transitional layer is very helpful in providing food and can be sold to increase farmers' income. Perennial crops which are planted in the edge layer, especially sandalwood and teak, will become farmers' savings for their old age.

Keywords: crop rotation, core layer, feed, food, forage, perennial crops.

PENDAHULUAN

Lahan sub optimal diartikan sebagai lahan yang secara alamiah memiliki produktivitas rendah karena pengaruh faktor internal dan eksternal (Las dkk., 2012). Lahan kering beriklim kering adalah salah satu bagian dari lahan sub optimal tersebut. Lahan kering beriklim kering (LKIK) dicirikan dengan kelembapan tanahnya rendah, curah hujan kurang dari 2.000 mm per tahun, memiliki bulan kering antara 78 bulan dan curah hujan bulanan lebih rendah dari 100 mm (Balitklimat, 2003). Mulyani & Sarwani (2013) menjelaskan bahwa lahan kering beriklim kering memiliki solum tanah dangkal, berbatu, banyak sungkapan batuan induk seperti batu kapur, batu gamping, batu sedimen, dan batu vulkanik.

Faktor eksternal yang menyebabkan produktivitas lahan rendah pada lahan kering iklim kering yaitu curah hujannya rendah, bahan organik tanahnya rendah, suhu udara tinggi, dan tidak memiliki sumber air yang dapat mengairi lahan sepanjang tahun, padahal lahan kering ini memiliki potensi untuk menjadi lahan pertanian produktif. Salah satu pendekatan untuk memperbaiki produktivitas lahan pada lokasi demikian adalah pengembangan model agroforestri.

De Foresta & Michon (2000) menjelaskan bahwa agroforestri adalah sebuah teknologi pengelolaan lahan secara terpadu melalui penanaman pohon-pohon yang berumur panjang dengan tanaman lain yang berumur pendek pada satu unit lahan dengan memperhatikan pengaturan tata ruang dan waktu sehingga produktivitas lahan

meningkat. Masyarakat Indonesia telah mengenal pola pembudidayaan terintegrasi antara tanaman semusim dan jenis-jenis pohon pada satu areal lahan dengan sebutan sistem wanatani atau agroforestri (Wawo dkk., 2016).

Tumbuhan semusim atau tanaman berumur pendek dapat berupa tanaman pangan, rumput untuk pakan ternak, tanaman hias, ataupun tanaman obat-obatan (herbal). Jenis tumbuhan berumur panjang dalam bentuk pohon antara lain tanaman buah-buahan, tumbuhan penghasil hijauan pakan ternak, tanaman perkebunan, dan jenis tumbuhan penghasil kayu. Reijntjes dkk (1999) menambahkan pola terintegrasi antara pembudidayaan tanaman semusim yang memiliki perakaran dangkal dengan jenis-jenis pohon yang memiliki sistem perakaran dalam dan tersebar luas sangat cocok untuk mengatasi kegagalan panen pada tanaman semusim di daerah kering yang musim kemaraunya panjang, curah hujan rendah, dan tanahnya kurang subur.

Wawo & Abdulhadi (2006) serta Wawo *et al* (2015) menjelaskan bahwa dalam pengembangan model agroforestri pada setiap lokasi diperlukan pertimbangan yang matang pada 3 unsur utama yaitu pemilihan jenis tanaman yang sesuai, penataan ruang, dan pergiliran waktu tanam (rotasi tanaman). Terdapat berbagai pola agroforestri yang telah dikembangkan di lahan kering, seperti pola agroforestri berbasis cendana (ABC) yang telah dikembangkan di Nusa Tenggara Timur (Wawo dan Abdulhadi, 2006) dan pola Agroforestri Empat Lapis (Wawo dkk., 2017).

Model Agroforestri Empat Lapis terdiri dari lapisan inti (*core layer*), lapisan peralihan (*transition layer*), lapisan pendukung/selimut (*blanket layer*), dan lapisan tepi (*border layer*). Tujuan

pengembangan model agroforestri empat lapis di desa Penjarakan Bali adalah untuk meningkatkan produktivitas lahan sub optimal dan sempit sehingga melalui model ini petani pemilik lahan mampu menyediakan kecukupan bahan pangan (4 orang anggota keluarga) dan hijauan pakan ternak untuk 1 ekor sapi yang dipelihara secara keraman selama 12 bulan serta membangun ekonomi hijau yang *sustainable*.

Penelitian ini bertujuan mengungkap pemanfaatan lahan lapisan inti pada model agroforestri empat lapis melalui pergiliran antar tanaman semusim. Tulisan ini juga memberikan informasi pertumbuhan beberapa jenis tanaman yang dibudidayakan pada lapisan peralihan, lapisan pendukung, dan lapisan tepi dalam sistem agroforestri empat lapis.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Desa Penjarakan, Kecamatan Grogak, Kabupaten Buleleng, Bali Barat; pada bulan Desember 2012-Juli 2015. Pemilihan desa berdasarkan letaknya yang bersinggungan dengan Taman Nasional Bali Barat. Penelitian dilakukan pada lahan salah satu warga (Bapak Kadek Lunas) seluas 2.400 m². Lahan ini agak landai dan telah memiliki teras-teras kecil yang terbuat dari susunan batu.

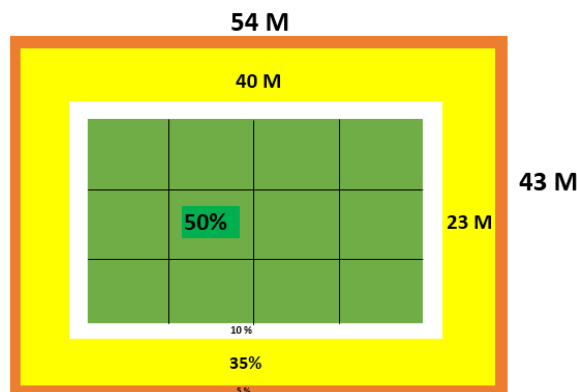
Prosedur Kerja

Sistem agroforestri empat lapis terdiri dari lapisan inti, lapisan peralihan, lapisan pendukung, dan lapisan tepi (Gambar 1). Jenis tanaman yang akan ditanami dalam lahan agroforestri mengacu pada hasil penelitian Wawo & Abdulhadi (2006). Tanaman semusim yang dipilih adalah komoditas yang toleran kekeringan dan berumur pendek. Pergiliran waktu tanam

pada lapisan inti didasari pada kondisi ketersediaan air (sisa-sisa musim hujan). Budidaya dilakukan secara organik. Sumber pupuk utama adalah pupuk kandang sapi dengan dosis pemupukan 4 ton per ha.

Komoditas yang diusahakan di lapisan inti adalah jagung varietas nasional, jagung lokal, cabai, kacang nasi, dan tanaman hijau. Tanaman turi ditanam

sebagai tanaman sela pada lapisan ini. Perbandingan pertumbuhan varietas jagung nasional dan varietas jagung lokal pada lahan ini telah dilaporkan (Wawo *et al.*, 2018). Sebagai border antara lapisan inti dengan lapisan peralihan ditanami rumput-rumputan. Lapisan peralihan ditanami tanaman buah-buahan seperti sirsak, pisang, nanas, turi, dan rumput-rumputan.



Gambar 1. Sketsa Model Agroforestri Empat Lapis, Penjarakan Bali Barat

Keterangan :

- Lapisan inti warna hijau
- Lapisan pendukung warna kuning
- Lapisan peralihan warna putih
- Lapisan tepi warna jingga

Lapisan pendukung (*blanked layer*) ditanami rumput gajah, rumput benggala, dan rumput Maluku. Jarak tanam antar rumpun adalah 1 m x 1 m sehingga terdapat 800 rumpun untuk masing-masing rumput gajah, rumput benggala, dan rumput Maluku. Sebelum penanaman, dilakukan penggalian lubang sedalam 30 cm dan selanjutnya diberikan pupuk kandang sebanyak kurang lebih 0,5 kg. Penanaman dilakukan pada awal musim hujan.

Tanaman cendana, kelapa, nangka, dan jati yang lebih dulu ada di lahan tersebut dijadikan komoditas pada lapisan tepi agroforestri. Disela-sela tanaman tersebut, ditanami lamtoro, gamal, dan kaliandra sebagai sumber hijau.

Untuk menguji kemampuan pola agroforestri empat lapis dalam pengadaan hijauan pakan ternak maka telah dipelihara 1 ekor sapi jantan pada bulan Desember 2013, laporan mengenai hal tersebut telah dipublikasikan (Wawo dkk., 2017). Selama tahun 2014-2015 hijauan pakan ternak sapi hanya diambil dari lahan Agroforestri Empat Lapis.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada setiap komponen pendukung agroforestri. Masing-masing sebanyak 30 sampel pohon atau rumpun setiap komoditas diamati pertumbuhannya. Peubah yang diamati pada rumput gajah yaitu tinggi batang, jumlah

tunas, berat segar pada musim hujan, dan kemarau. Peubah yang diamati pada tanaman pohon turi adalah tinggi batang, panjang dan jumlah cabang yang dipangkas serta berat hijauan. Pertumbuhan tanaman tahunan diamati rutin setiap 6 bulan terutama pada

peubah tinggi pohon dan lebar tajuk. Data pertambahan berat badan sapi dikumpul pada bulan-bulan tertentu. Berat badan sapi dihitung dengan menggunakan Rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat badan sapi (kg)} = (\text{LD} + 22)^2 / 100$$

Ket: LD = lingkar dada sapi dalam cm.

Analisa Data

Data disajikan dalam tabel dan gambar. Oleh karena waktu pengambilan data yang bervariasi, mengikuti waktu produksi setiap spesies dan jenis dalam spesies yang tidak seragam, maka tidak dilakukan perbandingan data antar spesies menggunakan statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Desa Penjarakan

Letak Desa Penjarakan bersinggungan dengan Taman Nasional Bali Barat. Sebagian besar penduduk desa berprofesi sebagai petani. Luas lahan garapan berkisar antara 1.000 m²-3.500 m². Cukup banyak penduduk yang tidak memiliki lahan untuk bertani sehingga bekerja sebagai buruh tani. Kondisi tanah di desa Penjarakan kurang subur. Tanahnya kering dan berbatu serta memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Curah hujan di wilayah ini sekitar 972-1.064 mm/tahun dengan jumlah bulan kering berkisar antara 7-8 bulan (Untara dkk., 2009) sehingga digolongkan sebagai lahan kering beriklim kering.

Tanah yang sempit ini dikelola efektif hanya pada musim hujan dan musim peralihan antara musim hujan dan kemarau yaitu dari bulan Desember hingga bulan Mei. Pada musim-musim tersebut petani menanam jagung, cabe, dan kacang-kacangan. Jagung dan kacang-kacangan menjadi bahan pangan

keluarga sedangkan cabe untuk dijual. Ada juga petani menanam anggur, kelapa, dan pisang. Anggur dipetik pada bulan Juli, Agustus, dan September kemudian dijual. Pisang kurang laku dijual tetapi sebagai pendukung pangan keluarga serta sajian saat upacara keagamaan.

Selain budidaya tanaman, beberapa petani juga memelihara sapi dan babi. Setiap keluarga di desa Penjarakan memelihara 2-4 ekor babi dan atau 2-3 ekor sapi. Ternak dipelihara sebagai sumber pupuk kandang dan tabungan keluarga, karena dapat dijual jika keadaan terdesak. Penduduk menanam rumput untuk pakan sapi pada tepi-tepi lahan sedangkan makanan babi diperoleh dari umbi dan dedaunan ubi jalar, singkong, tala, jagung serta tepung bekatul.

Kekurangan pakan ternak sapi seringkali terjadi saat memasuki musim kemarau, terutama pada bulan September hingga November. Kekurangan hijauan ternak ini diatasi petani dengan mengambil/memangkas hijauan pepohonan yang ada dalam Taman Nasional Bali Barat (Wawo & Silverstone, 2015). Dengan menyediakan kecukupan pakan ternak sapi bagi setiap keluarga petani berarti juga melindungi pepohonan yang ada dalam Taman Nasional Bali Barat.

Arga (1989) melaporkan bahwa pemeliharaan ternak memberikan penghasilan yang lebih besar daripada

kegiatan budidaya tanaman semusim. Rohaeni (2017) sebaliknya melaporkan bahwa usaha jagung manis memberi kontribusi dua kali lipat dibandingkan ternak sapi bagi pendapatan petani manakala diusahakan secara intensif dalam setahun.

Model Agroforestri Empat Lapis

Pengaturan tata ruang dalam pola Agroforestri Empat Lapis terdiri dari lapisan inti (*core layer*) seluas 50 % dari total luas lahan, lapisan peralihan (*transition layer*) seluas 10 %, lapisan pendukung/selimut (*blanket layer*) seluas 35%, dan lapisan tepi (*border layer*) seluas 5 % (Wawo dkk., 2016). Bahan pangan dari tanaman semusim ditunjang dari lapisan inti, sedangkan bahan pangan dari tanaman tahunan (sumber buah dan sayur) ditunjang dari lapisan peralihan dan lapisan tepi. Bahan pakan ditunjang dari semua bagian lapisan agroforestri; dapat berasal dari keseluruhan tanaman hijauan, limbah tanaman (berangkasan) dari tanaman sumber pangan, maupun dari pangkasan tanaman tahunan.

Luasan lapisan inti lebih besar dari lapisan-lapisan lain agar petani mampu menyediakan bahan pangan untuk kebutuhan keluarganya. Petani di pedesaan umumnya merasa aman jika memiliki persediaan pangan yang cukup untuk jangka waktu lama. Bahan pangan keluarga juga disuplai dari lapisan peralihan dan lapisan tepi berupa produksi buah-buahan terutama pisang, nangka, dan kelapa. Luasan lapisan pendukung juga besar agar mampu menyediakan kebutuhan hijauan ternak terutama pada musim kemarau.

Rumput-rumputan sebagai border antara lapisan inti dan lapisan peralihan dimaksudkan agar lahan antara kedua lapisan itu dapat dimanfaatkan. Sebab, tanaman pangan umumnya menginginkan cahaya

penyinaran yang cukup agar tidak ternaungi tanaman pisang di lapisan peralihan. Perakaran rerumputan yang dangkal pun tidak mengganggu pertumbuhan tanaman yang ada dalam lapisan inti. Tanaman buah-buahan dipilih untuk lapisan peralihan karena memiliki perakaran dalam juga memiliki ketahanan terhadap iklim kering. Tanaman pisang menjadi prioritasnya sebab cepat berproduksi dan mendukung kebutuhan pangan keluarga, serta memiliki kandungan air untuk lingkungan. Pemilihan jenis tanaman tahunan seperti cendana, kelapa, dan nangka selain merupakan jenis tanaman daerah kering, juga memiliki nilai ekonomi tinggi. Penjelasan setiap lapisan disampaikan sebagai berikut.

1. Lapisan inti (Core layer)

Pergiliran Tanaman

Pada musim hujan tahun 2012 telah ditanam 4 varietas jagung dalam model agroforestri empat lapis dalam lapisan inti yaitu Varietas Srikandi, Gumerang, Bima, dan Lokal Bali. Umumnya pertumbuhan dan produksi jagung varietas nasional lebih tinggi dibandingkan jagung varietas lokal Bali sebagaimana telah dilaporkan Wawo dkk (2018).

Selain jagung pada lapisan inti juga ditanam jenis tanaman pangan lain yang berumur pendek secara tumpangsari dan bergilir. Kegiatan pergiliran tanaman atau rotasi tanaman semusim bukan saja meningkatkan produktivitas lahan di lapisan inti tetapi juga melakukan konservasi tanah dan memperbaiki siklus perputaran hara dalam tanah (Sanchez, 1995).

Pola pergiliran tanaman dijadwalkan sebagai berikut (Tabel 1). Budidaya tanaman ini hanya dilakukan pada musim hujan. Pada bulan Desember dilakukan penanaman jagung. Ketika tanaman jagung berumur 4-5

minggu setelah tanam, pada lapisan inti ini ditanami cabe merah di antara barisan jagung (Gambar 2). Setelah jagung dipanen pemeliharaan tanaman cabe dilanjutkan.

Pemupukan hanya memanfaatkan sisa pupuk kandang yang disebarakan ketika penanaman jagung, tanpa tambahan pupuk kimia.



Gambar 2. Pergiliran tanaman jagung, cabe, dan kacang merah dalam lapisan inti sistem agroforestri empat lapis.

Cabe yang ditanam pada bulan Januari direncanakan akan dipanen pada bulan April hingga Juni 2013. Setelah cabe dipanen dilakukan olah lahan minimal, yakni dengan mencabut batang-batang cabe yang telah mengering kemudian tanahnya dibalik. Sebulan berikutnya, yaitu pada awal bulan Juli, dilakukan penanaman kacang merah (*Vigna umbelata*). Kacang merah dipanen pada akhir bulan September dengan total hasil sekitar 200 kg. Kacang merah ini disimpan oleh petani untuk makanan. Petani mampu menanam kacang merah pada bulan tersebut karena didukung dengan penyiraman manual.

Setelah selesai panen kacang merah, lahan lapisan inti diberakan sekitar 1-2 bulan, dan selanjutnya diolah pada akhir Oktober untuk penanaman pupuk hijau yaitu orok-orok (*Crotalaria juncea*) dan benguk (*Mucuna pruriens*). Pada awal Desember kedua tanaman ini dicabut, dipotong kecil-kecil, dan disebarakan di atas lahan sebagai pupuk hijau. Pada saat lahan akan diolah, pupuk hijau tersebut ditanamkan ke dalam tanah sebagai kompos. Setelah musim hujan tiba, pada akhir Desember lahan telah siap untuk kembali ditanami jagung (Tabel 1).

Tabel 1. Jadwal pergiliran tanaman dalam lapisan Inti

Bulan													
Des '13	Jan '14	Feb '14	Mar '14	Apr '14	Mei '14	Jun '14	Jul '14	Ags '14	Sep '14	Okt '14	Nov '14	Des '14	
Tanaman yang digilir penanamannya													
Jagung													
	Cabe merah												
							Kacang merah						
										Pupuk hijau			
											Olah lahan	Jagung	

Pengamatan pada pertumbuhan tinggi tanaman cabai dilakukan pada usia 3 bulan dan 5 bulan. Selama 2 bulan penambahan tinggi sebanyak 28 cm dan lebar tajuk sebanyak 39 cm (Tabel 2). Informasi dari pemilik lahan bahwa perolehan hasil panen

cabe sebanyak 200 kg; dengan harga rata-rata jual Rp. 9.000 per kg (Total Rp. 1.800.000). Oleh karena keterbatasan dana, tidak dilakukan pengamatan pertumbuhan pada tanaman kacang merah, orok-orok, dan koro benguk.

Tabel 2. Pertumbuhan vegetative pertanaman cabai pada umur 3 dan 5 bulan

Petak	Kurang lebih berumur 3 bulan		Kurang lebih berumur 5 bulan	
	Tinggi	Lebar Tajuk	Tinggi	Lebar Tajuk
I	82.3	50.5	115.1	94.5
II	117.2	59.8	131	96.2
III	99.3	55.8	137.4	92.4
Rerata	99,60	55,36	127,83	94,36

2. Lapisan Peralihan (*Transition layer*)

Lapisan peralihan, dengan luas 10% dari total luas lahan agroforestri (sekitar 230 m²) digunakan untuk menanam tanaman buah-buahan daerah kering. Lapisan peralihan ini berguna untuk mendukung ketersediaan pangan terutama kecukupan vitamin dan mineral dan juga untuk melindungi lapisan inti dari gangguan hama penyakit dan mencegah intervensi akar rumput gajah dari lapisan pendukung ke lapisan inti. Hal yang sama diungkapkan oleh

Wawo & Wirdateti (1999) bahwa penanaman rumput raja atau rumput gajah berdekatan dengan tanaman kedele dengan jarak antara 0-50 cm, akan mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Dengan demikian lapisan peralihan merupakan pemisah antara penanaman rumput gajah dan tanaman pangan. Terdapat 3 jenis tanaman buah-buahan yang ditanam pada lapisan peralihan yaitu Sirsak (*Annona squamosa*), pisang (*Musa paradisiaca*), dan nanas (*Ananas comosus*) (Gambar 3).



Gambar 3. Tanaman sirsak, nanas dan pisang dalam lapisan peralihan

Tanaman nanas menyukai tanah berpasir yang kaya bahan organik. Pada daerah dataran rendah nanas dapat tumbuh pada semua tipe iklim (Suhardi dkk., 1999).

Pertumbuhan nanas dalam lahan agroforestri relatif baik (Tabel 3). Pembudidayaan nanas perlu diperbaiki untuk meningkatkan produksi. Pada bulan Januari di tahun 2015

tanaman nanas sudah berproduksi walaupun tidak serentak. Jumlah tanaman yang berbuah terus bertambah hingga pengamatan pada September 2015. Petani menyampaikan bahwa buah nanas memiliki rasa manis.

Buah nanas dapat dijual untuk menambah pendapatan petani. Rata-rata harga nanas Rp. 5.000 per buah, tetapi petani pemilik lahan agroforestri lebih mengutamakan buah nanas untuk kebutuhan buah keluarga dibandingkan untuk dijual, oleh karena itu tidak dilakukan perhitungan usaha tani untuk buah ini.

Pengamatan pertumbuhan sirsak selama 23 bulan diketahui sebagai berikut.

Pada 10 bulan pertama setelah tanam (Maret 2013-Januari 2014) pertumbuhan tinggi tanaman sirsak sekitar 76,175 cm. Laju pertumbuhan tinggi tanaman pada musim hujan antara bulan Januari hingga September berkisar 70,50 cm. Pada bulan September 2015 tinggi pohon sirsak telah mencapai 460 cm dengan diameter tajuk sekitar 236 cm. Tanaman sirsak tergolong tanaman daerah kering sehingga pertumbuhannya sangat cepat untuk di daerah Bali Barat. Pada saat ini (tahun 2015) petani pemilik lahan telah memanen buah sirsak. Buah sirsak juga dapat dijual di pasar dengan harga Rp. 3.000-5.000 per buah.

Tabel 3. Pertumbuhan tajuk tanaman nanas dan sirsak (cm)

Komoditas	Maret 2013	Januari 2014		Januari 2015		September 2015	
	Tinggi Bibit saat tanam	Tinggi Tanaman	Lebar Tajuk	Tinggi Tanaman	Lebar Tajuk	Tinggi Tanaman	Lebar Tajuk
Nenas	24,95	-	-	74,63	61,33	75,63	61,33
Sirsak	168,20	244,37	145,75	398,00	207,00	460,00	236,43

Keterangan : Nenas 80 tanaman dan sirsak 10 tanaman

Tanaman pisang ditanam pada bulan Desember 2012 terdiri dari beberapa kultivar yaitu pisang Mas sebanyak 9 rumpun, pisang Susu 3 rumpun, pisang Kayu 2 rumpun, pisang Lumut, dan Tembaga masing-masing 1 rumpun. Total jumlah pisang ada 16 rumpun. Pertumbuhan tinggi batang pisang dan penambahan jumlah anak dalam lahan

agroforestri sangat bervariasi (Tabel 4). Kesuburan tanah dan kondisi tanah yang agak lembab akan merangsang pertumbuhan batang dan penambahan anakan (tunas) pisang. Ada beberapa kultivar pisang yang cepat berbuah setelah ditanam (Tabel 5). Namun ada beberapa kultivar memiliki masa vegetative lebih lama.

Tabel 4. Pertumbuhan Beberapa Kultivar Pisang dalam Lahan Agroforestri

Kultivar pisang (no. Urut)	Tinggi tanam Maret 2013 (4 bulan)	Januari 2014		Juli 2014		Desember 2014	
		Tinggi batang (13 bulan) anakan *	Jumlah anakan (13 bulan)	Tinggi tanaman (19 bulan)	Jumlah anakan (19 bulan)	Tinggi tanaman (24 bulan)	Jumlah anakan (24 bulan)
1. Mas	290	80	3	360	12	440	9
2. Mas	300	70	9	291	18	500	11
3. kayu	200	100	11	562	11	654	9

4. Lumut	305	150	10	554	22	458	12
5. Mas	333	70	11	293	12	420	10
6. Mas	346	60	11	300	12	410	11
7. Mas	270	70	8	345	10	510	11
8. Susu	337	120	3	356	13	412	12
9. Mas	345	50	7	461	6	334	10
10. Mas	226	60	4	292	12	520	13
11. Tembaga	325	70	6	604	26	398	11
12. Mas	400	80	7	434	21	378	10
13. Mas	310	70	9	488	13	420	9
14. Susu	335	85	9	502	4	280	2
15. Susu	307	72	4	400	12	458	9
16. Kayu	230	120	8	502	8		

Keterangan : * Pengukuran tinggi pada anakan yang tertinggi

Tabel 5. Beberapa Kultivar Pisang yang telah Berbuah

Kultivar Pisang	Waktu Tumbuh jantung /tandan (BST)	Waktu Panen (BST)	Berat/tandan (kg)	Jumlah buah/tandan
Mas	April (4 bulan)	Juni 2013 (6 bulan)	2,0	60
Mas	Mei 2013 (5 bulan)	Juli 2013 (7 bulan)	8,0	150
Mas	Juni 2013 (6 bulan)	Agustus 2013 (8 bulan)	4,0	160
Mas	Juni 2013 (6 bulan)	Agustus 2013 (8 bulan)	2,5	80
Mas	Juli 2013 (7 bulan)	November 2013 (11 bulan)	3,0	85
Mas	Juli 2013 (7 bulan)	November 2013 (11 bulan)	3,0	87
Susu	Juli 2013 (7 bulan)	Oktober 2013 (10 bulan)	5,0	150
Susu	Agustus 2013 (8 bulan)	November 2013 (11 bulan)	3,0	100
Lumut	Agustus 2013 (8 bulan)	Desember 2013 (12 bulan)	2,5	120

Kultivar pisang Mas merupakan kultivar pisang yang mudah tumbuh dan cepat memberikan hasil. Sebagian besar kultivar pisang Mas cepat menghasilkan tandan buah dibandingkan dengan kultivar-kultivar lain (Tabel 5), sehingga dalam satu tahun, pisang ini memiliki produksi buah jauh lebih tinggi dibandingkan kultivar lain (Tabel 6). Waktu yang dibutuhkan oleh pisang untuk menghasilkan buah setelah keluar jantung berkisar antara 2-4 bulan.

Buah pisang Mas bagi orang Bali sangat berarti selain untuk makan dan dijual, buah pisang Mas yang berwarna kuning ini digunakan sebagai buah sesajian di pura (tempat doa). Suhardi dkk (1999) melaporkan bahwa ukuran tandan pisang dipengaruhi oleh iklim dan kondisi tanah. Iklim yang disenangi pisang adalah iklim basah dengan curah hujan sepanjang tahun. Sedang jenis tanah *alluvial* atau tanah liat berkapur yang subur akan merangsang pertumbuhan pisang.

Tabel 6. Produksi Pisang selama tahun 2015

No	Jenis Pisang	Jumlah Panen	Jumlah Buah	Berat Total Pisang (Kg)
1	Kayu (2)	2	220	15
2	Mas (9)	16	1514.5	52.7

3	Lumut (1)	2	142	22
4	Susu (3)	2	200	17
5	Tembaga (1)	2	113	15

Rata-rata setiap rumpun pisang pada tahun 2015 menghasilkan 2 tandan. Pisang Mas menghasilkan buah banyak sekitar 90-100 buah per tandan, pisang Kayu dan pisang Susu menghasilkan buah per tandan rata-rata sebanyak 100 buah, sedangkan pisang Lumut dan Tembaga jumlah buah per tandan sekitar 60-70 buah. Pisang akan menghasilkan buah yang lebat dan cepat berbuah jika tanahnya subur dan persediaan air dalam tanah cukup memadai. Produksi pisang pada tahun 2015 kurang bagus karena musim kemarau yang panjang dengan suhu udara yang cukup tinggi.

3. Lapisan Pendukung / Selimut (Blanket layer)

Pada lapisan pendukung telah ditanami rumput gajah (*Penisetum purpureum*) sebanyak 800 rumpun. Rumput gajah memberikan pertumbuhan dan produksi yang

baik pada musim hujan tetapi pada musim kemarau (kering) produksinya menurun. Selain rumput, hijauan pakan ternak dapat dipanen dari turi yang ditanam dalam lapisan inti dan peralihan; lamtoro, kaliandra dan gamal yang ditanam di lapisan tepi. Informasi pertumbuhan dan produksi hijauan pakan ternak dalam lahan agroforestri empat lapis ini dan kecukupannya untuk memelihara 1 ekor ternak sapi selama 12 bulan telah dipublikasikan dalam Wawo dkk (2017).

4. Lapisan Tepi (Border layer)

Lapisan tepi seluas 115m² (15% total lahan) ditanami tanaman berkayu ekonomis seperti cendana (*Santalum album*), nangka (*Artocarpus heterophylus*), kelapa (*Cocos nucifera*), dan jati (*Tectona grandis*) sebelum pengembangan model agroforestri ini (Gambar 4).



Gambar 4. Tanaman cendana, nangka dan kelapa pada lapisan tepi

Pertumbuhan ketiga jenis tanaman kayu sangat bervariasi. Tanaman nangka menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tanaman cendana dan kelapa. Pertumbuhan tinggi nangka pada tahun 2015 mencapai 380 cm berarti selama

2,5 tahun terjadi penambahan tinggi sekitar 275 cm. Cendana menambah pertumbuhan tinggi sebesar 217 cm dan kelapa penambahan panjang pada pelepah daun sekitar 100 cm (Tabel 7).

Tabel 7. Pertumbuhan Cendana, Nangka, dan Kelapa

Nama Tanaman	Tinggi (cm) awal tanam Maret 2013	Januari 2014		Januari 2015		September 2015	
		Tinggi Tanaman	Lebar Tajuk	Tinggi Tanaman	Lebar Tajuk	Tinggi Tanaman	Lebar Tajuk
Cendana (14)	67,30	116,59	61,29	193,86	101,50	284,90	160,60
Nangka (3) bibit	105,00	166,33	71,33	273,66	116,33	380,30	172,00
Kelapa (3)	54,50	87,50	27,50	140,00	151,66	151,00	162,66

Keterangan: Angka dalam kurung dalam kolom nama tanaman adalah jumlah pohon yang diamati

Dari ketiganya, nangka tumbuh paling cepat. Nangka adalah tumbuhan yang tahan terhadap kekeringan sehingga mampu tumbuh baik di daerah kering. Pusat persebaran nangka adalah daerah-daerah beriklim kering dengan panjang musim kering 6-7 bulan per tahun (Suhardi dkk., 1999). Cendana tumbuh kurang cepat pada tahun pertama kemungkinan karena tanah kurang subur dan kurang mendapat cahaya matahari karena terlalu banyak terlindungi oleh tajuk pepohonan yang lebih tinggi. Pada tahun kedua (2014) penambahan tinggi batang cendana mencapai 77, 27 cm. Kelapa sangat lambat dalam pertumbuhannya selain karena tanahnya kurang subur dan juga sering mengalami gangguan kekeringan (Tabel 7).

Kehadiran jenis-jenis tanaman seperti, rumput gajah, gamal, lamtoro, kaliandra, jati, nangka, dan kelapa juga bermakna bagi pertumbuhan cendana karena tanaman cendana adalah tumbuhan semi parasitik dengan karakter parasit akar yang membutuhkan inang sekunder untuk pertumbuhannya (Wawo & Abdulhadi, 2006). Kemudian, di waktu mendatang diharapkan pertumbuhan cendana, nangka, kelapa, dan jati tidak mengganggu pertumbuhan rumput gajah yang ada disampingnya.

Sanchez (1995) menyatakan bahwa penanaman pepohonan bersama tanaman pangan dan pemeliharaan ternak dalam satu lokasi akan meningkatkan hasil tanaman pangan, mengonservasi tanah dan memperbaiki siklus perputaran hara serta penambahan hasil lain berupa, kayu bakar, buah-buahan, hijauan pakan ternak, dan kayu untuk bahan bangun/pertukangan. Oleh karena pengembangan model agroforestri empat lapis dan pemeliharaan ternak sapi yang dilakukan dalam satu lokasi, maka model ini adalah percontohan yang sesuai untuk mengatasi masalah lahan sub optimal yang kurang produktif.

Tetapi, Schroth (1995) mengingatkan bahwa perakaran pepohonan selain berkontribusi dalam memelihara dan regenerasi kesuburan tanah tetapi juga menjadi kompetisi dalam pengambilan hara dengan tanaman pangan atau tanaman semusim lainnya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengelolaan lahan kering seluas 2.400 m² mengikuti model agroforestri empat lapis sesuai untuk dikembangkan di desa Penjarakan, Grokgak, Bali Barat. Melalui pola agroforestri ini petani mampu menyediakan bahan pangan bagi keluarganya, menyediakan hijauan yang

mencukupi untuk 1 ekor sapi selama 12 bulan, dan mengembangkan tanaman bernilai ekonomi. Pergiliran tanaman (*crops rotation*) dalam sistem agroforestri perlu dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas lahan di lapisan inti, menjaga kesuburan lahan pertanian, serta meningkatkan pendapatan petani. Kehadiran tanaman pisang pada lapisan peralihan sangat membantu dalam menunjang ketersediaan pangan keluarga dan meningkatkan pendapatan petani. Penanaman kelapa dan nangka pada lapisan tepi dapat menunjang kebutuhan pangan, selain pemanfaatan kayunya. Cendana dan jati menjadi alternatif komoditas pada lapisan tepi sebagai tabungan petani di hari tuanya.

REFERENSI

- Arga, I. W. 1989. Socioeconomic aspects of the three-strata forage system in Bali. In Shrun and tree fodders for farm animals. *Proceeding of A Workshop in Denpasar, Indonesia 24-29 July 1989*. p 118-120.
- Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat). 2003. Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian Indonesia Skala 1: 1.000.000. Bogor: Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- De Foresta, H & Michon, G. 2000. Agroforestri Indonesia. Beda Sistem Beda Pendekatan. *Dalam* H. De Foresta., A. Kusworo., G. Michon., W.A. Djatmiko (Eds). *Ketika Kebun Berupa Hutan Agroforest Khas Indonesia. Sebuah Sumbangan Masyarakat*. Bogor: International Centre for Research in Agroforestry. Hal 1-18.
- Las, I., M, Sarwani dan A. Mulyani. 2012. Laporan Akhir Kunjungan Kerja Tematik dan Penyusunan Model Percepatan Pembangunan Pertanian Berbasis Inovasi Wilayah Pengembangan Khusus Lahan Sub Optimal. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Mulyani, A & Sarwani, M. 2013. Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal Untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1), 47-55. ISSN 1907-0799.
- Reijntjes, C., B, Haverkort & A, Waters-Bayer. 1999. Pertanian masa depan: Pengantar Untuk Pertanian Berkelanjutan Dengan Input Luar Rendah. Kerjasama Mitra Tani, ILEIA dan Penerbit Kanisius. 270 hal.
- Rohaeni, E. S. 2017. Sistem Usaha Tani Tanaman Dan Ternak Sapi di Lahan Kering Kalimantan Selatan (Studi Kasus di Desa Banua Tengah dan Sumber Makmur, Kecamatan Takisung Kabupaten Tanah Laut). *SEPA*, 11(2), 200-206.
- Sanchez, P. A. 1995. Science in agroforestri. In agroforestry: science, policy and practice. Editor. Fergus, L, Sinclair. Kluwer Academic Publisher. p 5-55. ISBN 0-7923-3696-8.
- Schroth, G. 1995. Tree roots characteristics as riteria for species selection and system design in agroforestry. In agroforestry: science, policy and practice. Editor. Fergus, L, Sinclair. Kluwer Academic Publisher. ISBN 0-7923-3696-8. p 125-143.
- Suhardi., Sabarnurdi, M. S., Tirtosoekotjo, S. A., Darwanto, D. H., Minarningsih & Widodo, M. A. 1999. Forests and

- gardens as a source of national food. Jakarta: Kanisius. 156.
- Untara, G. D., Kaesa, K. S., Ramadhan, R. R., Darmadja, B & Kusdyana, A. I. P. G. 2009. Keanekaragaman Hayati-Taman Nasional Bali Barat. Bali: Balai Taman Nasional Bali Barat. 91.
- Wawo, A. H dan Abdulhadi, R. 2006. Agroforestri berbasis cendana: Sebuah Paradigma Konservasi Flora Berpotensi di Lahan Kering NTT. Jakarta: LIPI Press. 72. ISBN 979-26-2461-9.
- Wawo, A. H dan Wirdateti. 1999. Hubungan dalam pola Intercropping antara rumput raja dengan tanaman kedele di lahan kering Desa Pulutan, Gunung Kidul. *Eksplorasi: Jurnal Penelitian Universitas Slamet Riyadi Surakarta*, 2(6), 34-39. ISSN. 0853-7054.
- Wawo, A. H dan S, Silverstone. 2015. Studi Kemampuan Tumbuh Temblekan (*Lantana camara*) dan Pendataan Tumbuhan Berkayu Pada Area Bekas Kebakaran Dalam Taman Nasional Bali Barat. *BioWallacea: Jurnal Ilmu-ilmu Biologi Universitas Mataram*. 1(1), 45-51. ISSN. 2442-2622.
- Wawo, A. H., Ninik, S., Peni, L. 2017. Kemampuan Pola Agroforestri Empat Lapis Dalam Pengadaan Hijauan Pakan Ternak di Daerah Kering, Sebuah Studi di Desa Pejarakan Bali. Prosiding Seminar Nasional: Teknologi dan Agribisnis Peternakan seri V Fakultas Peternakan Universitas Sudirman Purwakerto. 167-175. ISBN. 978-602-52203-0-2. Purwokerto, 18 November 2017.
- Wawo, A. H., Sally, S, Peni, L. 2018. Growth and yield characteristics of superior national maize variety and local variety in Panjarakan Village Bali. *Proceeding of the International Symposium on Bioeconomics of Natural Resources Utilization*. Center for Plant Conservation-Botanic Gardens. Indonesian Institute of Sciences. 35-43. ISBN 978-979-8539-77-0.
- Wawo, A. H., Fauzia, S., N, Wikan Utami. 2016. Seleksi jenis-jenis pohon sebagai komponen agroforestri di daerah kering. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2015: Inovasi Agroforestry Mendukung Kemandirian Bangsa. Bandung, 19 November 2015.

Profil Indeks Massa Tubuh dan Riwayat Pemberian ASI pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran YARSI Angkatan 2016

Etty Widayanti¹, Yenni Zulhamidah¹
etty.widayanti@yarsi.ac.id

ABSTRACT

The students are part of a community that Indonesia serves as the nation's next generation potential and the quality needs to be improved, including health problems. Obesity is one of the nutritional problems whose prevalence continues to increase in Indonesia and a health problem that is gaining attention in the world. The prevalence of overweight and obesity in most developed and developing countries have increased significantly over the past two decades. Women are more obese than men in all regions in Southeast Asia. Obesity is a multifactorial disease that is thought to be largely caused by interactions between genetic factors and environmental factors, including physical activity, lifestyle, socioeconomic and nutrition, that is eating behavior and feeding solid foods too early in infants. The incidence of obesity decreases with the duration of breastfeeding. The longer the milk is given the less likely it is to be obese. This study used a cross sectional approach to 108 Medicine Faculty of YARSI University students class of 2016. The nutritional status of obesity was determined based on body mass index by measuring height and weight. The questionnaire was used to find out the history data of breastfeeding. The results showed that male students had normal body mass index values (13%); very fat (9.3%); fat (0.9%); and thin (0.9%) while female student IMT is normal (48.1%); very fat (12%); fat (8.3%); thin (4.6%) and very thin (2.8%). History of breastfeeding for male students 6-24 months (10.6%); less than 6 months (10.6%); more than 24 months (2.8%); and don't know (0.9%) while 6-24 months (55.6%); less than 6 months (13%); and more than 24 months (7.4%). The conclusion of this study is that the majority of students have a normal body mass index and a history of breastfeeding for 6-24 months.

Keyword: body mass index, breast milk, students

PENDAHULUAN

Pencapaian indeks pembangunan manusia di dunia tidak terlepas dari segi peningkatan kualitas kesehatan. Mahasiswa merupakan bagian dari masyarakat Indonesia yang berperan sebagai generasi penerus bangsa yang potensi dan kualitasnya perlu ditingkatkan, termasuk masalah kesehatannya. Salah satu masalah kesehatan generasi muda di Indonesia yaitu masalah gizi kurang dan berlebih. Kekurangan gizi terutama pada anak berhubungan erat dengan lambatnya pertumbuhan, penurunan daya tahan tubuh, kurangnya tingkat inteligensi (kecerdasan) dan produktivitas yang rendah. Kelebihan gizi ditandai dengan kelebihan berat badan atau kegemukan (obesitas) yang memperbesar risiko munculnya berbagai penyakit. Pencegahan epidemi kegemukan

merupakan salah satu tantangan besar gizi dan kesehatan masyarakat baik di negara maju maupun negara berkembang. Prevalensi kegemukan cenderung meningkat seiring dengan peningkatan usia, dan mencapai puncaknya pada usia dewasa. Hasil Riskesdas 2010 menunjukkan bahwa 21.7% orang dewasa Indonesia mengalami kegemukan (termasuk obesitas), dan perempuan memiliki prevalensi yang lebih tinggi (26.9%) dibandingkan laki-laki (16.3%) (Diana *et al*, 2013; Pibriyanti, 2018).

World Health Organization telah menghimbau semua negara untuk mengatasi dan mencegah masalah kegemukan yang didasarkan pada pengendalian faktor risiko kegemukan di masing-masing negara. Sehubungan hal ini, diperlukan kajian tentang faktor risiko kegemukan untuk

mengendalikannya (Diana *et al*, 2013). Hasil analisa menemukan bahwa keadaan anak gemuk/obesitas berkelanjutan sampai usia remaja. Obesitas pada masa anak berisiko tinggi menjadi obesitas dimasa dewasa dan berpotensi mengalami penyakit metabolik dan penyakit degeneratif di kemudian hari (Simbolon, 2013). Di Indonesia, menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007, prevalensi nasional obesitas umum pada penduduk berusia ≥ 15 tahun adalah 10,3% (laki-laki 13,9%, perempuan 23,8%). Prevalensi berat badan berlebih anak-anak usia 6-14 tahun menunjukkan pada laki-laki 9,5% dan pada perempuan 6,4%. Angka ini hampir sama dengan estimasi WHO sebesar 10% pada anak usia 5-17 tahun (Abdiana, 2014).

Pemberian ASI dengan durasi yang lebih lama pada masa bayi dapat mencegah kelebihan berat badan pada masa anak-anak. Penelitian Abdiana (2014) menunjukkan bahwa durasi pemberian ASI berhubungan dengan kejadian berat badan lebih pada anak. Anak yang mendapatkan durasi ASI 7-12 bulan dan >12 bulan merupakan faktor protektif untuk terjadinya berat badan lebih dibanding anak yang mendapatkan durasi ASI ≤ 6 bulan setelah dikontrol oleh ASI eksklusif, jenis kelamin dan status gizi ibu (Abdiana, 2014).

Seseorang mulai menyadari arti kesehatan mereka ketika mereka mendapatkan masalah kesehatan. Masalah kesehatan terutama yang berkaitan dengan orang dewasa muda (usia 20 hingga 40) ditangani dengan penekanan pada faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan. Perilaku hidup yang tidak sehat di masa lampau dapat mempengaruhi indeks massa tubuh generasi muda yang nantinya dapat menimbulkan masalah kesehatan (Maulina, 2016). Indeks massa tubuh (IMT) adalah ukuran obesitas yang paling umum digunakan. Indeks massa tubuh dinyatakan sebagai berat / tinggi², IMT adalah ukuran

obesitas yang paling umum digunakan dalam penelitian epidemiologi (Luke *et al*, 1997). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui status gizi dan riwayat pemberian ASI pada mahasiswa.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif bersifat analitik. Rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian *Cross Sectional*. Populasi yang digunakan adalah 108 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas YARSI tahun angkatan 2016. Responden tersebut akan dilakukan pengukuran tinggi badan dengan menggunakan *microtoise* dan mengukur berat badan dengan menggunakan timbangan berat badan yang telah disediakan. Responden juga diminta untuk mengisi lembar kuesioner yang berisikan riwayat pemberian ASI dan susu formula pendamping ASI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Tabel 1. Distribusi usia responden

Usia (tahun)	Jenis kelamin			
	Laki-laki		Perempuan	
	n	%	n	%
18	0	0,0	1	0,9
19	7	6,5	12	11,1
20	10	9,3	56	51,9
21	6	5,6	11	10,2
22	3	2,8	2	1,9
Jumlah	26		82	

n = frekuensi

% = prosentase

Responden didominasi mahasiswa laki-laki dan perempuan dengan usia 20 tahun (Tabel 1). Usia ini paling banyak ditemukan pada mahasiswa tahun kedua di Indonesia. Jenis kelamin perempuan memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan mahasiswa laki-laki. Hal tersebut disebabkan perempuan memiliki kepeminatan lebih besar

dibandingkan laki-laki untuk kuliah di fakultas kedokteran.

Tabel 2. Distribusi kisaran tinggi badan

Tinggi badan (cm)	Responden					
	Mahasiswa		Ayah		Ibu	
	n	%	n	%	n	%
Mahasiswa laki-laki						
≤ 144,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
145,0-149,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
150,0-154,9	1	0,9	0	0,0	2	1,9
155,0-159,9	2	1,9	1	0,9	6	5,6
160,0-164,9	3	2,8	8	7,4	8	7,4
165,0-169,9	8	7,4	5	4,6	7	6,5
170,0-174,9	10	9,3	10	9,3	2	1,9
175,0-179,9	1	0,9	2	1,9	1	0,9
≥ 180	1	0,9	0	0,0	0	0,0
Tidak Tahu	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mahasiswa perempuan						
≤ 144,9	1	0,9	0	0,0	0	0,0
145,0-149,9	1	0,9	0	0,0	1	0,9
150,0-154,9	23	21,3	0	0,0	8	7,4
155,0-159,9	31	28,7	4	3,7	31	28,7
160,0-164,9	18	16,7	10	9,3	20	18,5
165,0-169,9	7	6,5	21	19,4	9	8,3
170,0-174,9	1	0,9	20	18,5	2	1,9
175,0-179,9	0	0,0	9	8,3	1	0,9
≥ 180	0	0,0	6	5,6	0	0,0
Tidak Tahu	0	0,0	12	11,1	10	9,3
Jumlah	108		108		108	

Tinggi badan 170-174,9 cm paling banyak dijumpai pada mahasiswa laki-laki, sedangkan pada mahasiswa perempuan paling banyak memiliki tinggi badan 155-159,9 cm (Tabel 2). Tinggi badan mahasiswa pada penelitian ini tampak dipengaruhi oleh jenis kelamin dan genetik. Nilai dominan tinggi badan pada mahasiswa laki-laki memiliki kesamaan dengan ayah, sedangkan mahasiswa perempuan dengan ibunya. Berat badan mahasiswa laki-laki banyak ditemukan pada kisaran 80-89,9 kg, sedangkan pada mahasiswa perempuan 50-59,9 kg (Tabel 3). Penentuan status gizi responden tidak hanya melihat berat badan semata, namun juga mempertimbangkan tinggi badan. Nilai indeks massa tubuh merupakan nilai berat badan seseorang dibandingkan tinggi badannya.

Tabel 3. Distribusi kisaran berat badan

Berat badan (kg)	Responden					
	Mahasiswa		Ayah		Ibu	
	N	%	n	%	n	%

Tinggi badan (cm)	Responden					
	Mahasiswa		Ayah		Ibu	
	n	%	n	%	n	%
Mahasiswa laki-laki						
≤ 39,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
40,0-49,9	1	0,9	0	0,0	1	0,9
50,0-59,9	5	4,6	1	0,9	7	6,5
60,0-69,9	2	1,9	8	7,4	6	5,6
70,0-79,9	5	4,6	10	9,3	7	6,5
80,0-89,9	8	7,4	6	5,6	4	3,7
90,0-99,9	3	2,8	0	0,0	0	0,0
≥ 100	2	1,9	1	0,9	0	0,0
Tidak Tahu	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Mahasiswa perempuan						
≤ 39,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
40,0-49,9	19	17,6	0	0,0	2	1,9
50,0-59,9	31	28,7	3	2,8	25	23,1
60,0-69,9	19	17,6	20	18,5	29	26,9
70,0-79,9	12	11,1	24	22,2	11	10,2
80,0-89,9	0	0,0	16	14,8	4	3,7
90,0-99,9	1	0,9	6	5,6	0	0,0
≥ 100	0	0,0	2	1,9	0	0,0
Tidak Tahu	0	0,0	11	10,2	11	10,2
Jumlah	108		108		108	

Indeks massa tubuh (IMT) mahasiswa laki-laki dan perempuan paling banyak ditemukan dengan kategori normal, diikuti gemuk sekali. Pola nilai IMT pada responden mengikuti orang tuanya. Tampak faktor genetik pada penelitian ini sangat berperan mempengaruhi nilai status gizi seseorang.

Tabel 4. Distribusi Indeks Massa Tubuh Responden

Indeks massa tubuh	Responden					
	Mahasiswa		Ayah		Ibu	
	N	%	n	%	n	%
Mahasiswa laki-laki						
Kurus sekali	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Kurus	1	0,9	0	0,0	1	0,9
Normal	14	13,0	12	11,1	13	12,0
Gemuk	1	0,9	6	5,6	4	3,7
Gemuk sekali	10	9,3	8	7,4	7	6,5
Tidak Tahu	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Mahasiswa perempuan						
Kurus sekali	3	2,8	0	0,0	1	0,9
Kurus	5	4,6	0	0,0	0	0,0
Normal	52	48,1	32	29,6	41	38,0
Gemuk	9	8,3	14	13,0	13	12,0
Gemuk sekali	13	12,0	23	21,3	16	14,8
Tidak Tahu	0	0,0	13	12,0	11	10,2
Jumlah	108		108		108	

Tabel 5. Profil riwayat konsumsi ASI

Kategori	Jenis kelamin	
----------	---------------	--

	Laki-laki		Perempuan	
	Frekuensi (n)	Prosentase (%)	Frekuensi (n)	Prosentase (%)
Tidak Pernah	0	0,0	0	0,0
< 6 bulan	11	10,2	14	13,0
6-24 bulan	11	10,2	60	55,6
> 24 bulan	3	2,8	8	7,4
Tidak tahu	1	0,9	0	0,0
Jumlah	26		82	

Tabel 6. Profil riwayat pemberian susu formula pendamping ASI

Kategori	Jenis kelamin			
	Laki-laki		Perempuan	
	Frekuensi (n)	Prosentase (%)	Frekuensi (n)	Prosentase (%)
Tidak Pernah	3	2,8	12	11,1
< 6 bulan	3	2,8	13	12,0
6-24 bulan	8	7,4	27	25,0
> 24 bulan	11	10,2	29	26,9
Tidak tahu	1	0,9	1	0,9
Jumlah	26		82	

Responden mahasiswa memiliki riwayat mengkonsumsi ASI selama 6-24 bulan (Tabel 5). Responden paling banyak mendapatkan asupan susu formula pertama kali pada usia > 2 tahun. Riwayat pemberian ASI eksklusif banyak ditemukan pada responden penelitian ini (Tabel 6).

B. Pembahasan

Responden memiliki tinggi badan dalam kisaran normal. Tinggi badan merupakan indikator untuk mengetahui gangguan pertumbuhan fisik yang telah lewat. Tinggi badan juga salah satu prediktor kualitas sumber daya manusia. Tinggi badan yang pendek menunjukkan bahwa kualitas sumber daya manusia dalam keadaan buruk dan selanjutnya akan menurunkan kemampuan produktivitas bangsa di masa depan. Pertumbuhan tinggi badan dipengaruhi oleh potensi biologik yang dimiliki, sedangkan tingkat ketercapaian potensi biologik merupakan hasil dari interaksi antara faktor genetik yang merupakan modal dasar dalam mencapai hasil akhir pertumbuhan, dan faktor lingkungan biofisiko psikososial yang

merupakan penentu tercapai atau tidaknya potensi bawaan (Handayani *et al*, 2017).

Faktor genetik sangat berperan dalam peningkatan berat badan. Jika ayah dan atau ibu menderita kelebihan berat badan maka kemungkinan anaknya memiliki kelebihan berat badan sebesar 40-50%. Apabila kedua orang tua menderita obesitas kemungkinan anaknya menjadi obesitas sebesar 70-80%. Data dari berbagai studi genetik menunjukkan adanya beberapa alel yang menunjukkan predisposisi untuk menimbulkan obesitas. Di samping itu, terdapat interaksi antara faktor genetik dengan kelebihan asupan makanan padat dan penurunan aktivitas fisik. Studi genetik terbaru telah mengidentifikasi adanya mutasi gen yang mendasari obesitas. Terdapat sejumlah besar gen pada manusia yang diyakini mempengaruhi berat badan dan adipositas (Kurdanti *et al*, 2015).

Jenis kelamin merupakan salah satu faktor internal yang menentukan kebutuhan gizi sehingga ada hubungan antara jenis kelamin dengan berat badan lebih. Selama tahun pertama kehidupan manusia, laki-laki dan perempuan memiliki kandungan lemak yang sama di dalam tubuh. Kedua gender akan mengalami perubahan yang signifikan pada tingkat berat badan lebih dalam siklus kehidupan mereka. Pada anak perempuan terdapat tingkat berat badan lebih yang tetap stabil sampai terjadi kenaikan berat badan pada prapubertas. Perbedaan ini juga disebabkan oleh komposisi tubuh anak laki-laki dan perempuan berbeda. Tingginya komposisi otot anak laki-laki menyebabkan mereka membutuhkan energi dan protein lebih banyak dibanding anak perempuan (Abdiana, 2014). Anak perempuan lebih rentan terhadap obesitas selama masa pubertas. Sekitar 80% anak perempuan yang obese di masa pubertas akan terus menjadi obese, dibanding 30% pada anak laki-laki (Ananditha, 2017).

Mahasiswa merupakan kelompok usia dewasa awal. Penelitian menunjukkan bahwa

mayoritas responden memiliki indeks massa tubuh normal. Kriteria gemuk sekali menempati posisi kedua setelah kriteria normal. Pada umur 20-30 tahun diketahui terjadi penurunan pada massa jaringan bebas lemak dan peningkatan pada massa jaringan lemak (Pibriyanti, 2018). Obesitas dapat terjadi ketika sel-sel lemak mengalami peningkatan ukuran (hypertrophy) dan atau peningkatan jumlah (hyperplasia). Sel-sel lemak mempunyai pola yang normal mengikuti perkembangan dan pertumbuhan seseorang. Jika obesitas telah terjadi sejak masa anak-anak (juvenile-onset obesity), sel-sel lemak di dalam tubuh akan berkembang dengan pesat dan dalam jumlah yang banyak. Obesitas tersebut biasanya akan bertahan sampai dewasa (adult-onset obesity) karena sel lemak dapat bertahan lama dan mempunyai jangka hidup yang panjang. Seseorang yang sudah mengalami hyperplasia dan hypertrophy, akan mengalami kesulitan untuk menurunkan berat badan. Massa lemak yang semakin bertambah akan mendorong peningkatan kebutuhan lemak yang harus dipenuhi. Sepertiga kasus obesitas yang sudah terjadi sejak masa anak-anak diyakini akan tetap bertahan sampai pada usia dewasa (Simbolon, 2013).

Obesitas dapat terjadi pada semua tahap usia mulai dari anak-anak, remaja hingga dewasa. Usia prasekolah cenderung terjadi peningkatan obesitas yaitu sebesar 31%. Anak yang mengalami obesitas pada usia prasekolah akan tetap mengalami obesitas sebanyak 62,5% pada usia selanjutnya. Obesitas berdampak pada peningkatan tekanan darah, peningkatan kolesterol dan peningkatan kadar insulin serta dapat terjadi henti napas pada saat tidur, menurunkan daya ingat dan fungsi belajar. Pemberian makanan padat terlalu dini atau pemberian PASI (Pendamping Air Susu Ibu) yang dikenalkan pertama dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan selanjutnya. Anak akan cenderung menyukai makanan tertentu

setelah dikenalkan variasi rasa makanan oleh ibunya. Dengan demikian, pemberian ASI pada anak akan menjadi berkurang bahkan disapih sebelum waktunya (Pibriyanti, 2018).

Pencegahan obesitas pada anak dapat dimulai sejak dini, bahkan saat ibu mengandung, ibu dapat memulai pola hidup sehat dan menjaga berat badan. Perubahan pola hidup sehat ini sebaiknya dimulai dari orang tua terutama ibu. Mayoritas responden dalam penelitian ini memiliki riwayat mengkonsumsi ASI selama 6-24 bulan dan asupan susu formula pertama kali pada usia > 2 tahun. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa menyusui dapat secara bermakna menurunkan resiko serta mencegah anak dari berat badan berlebih dan obesitas. Bayi yang diberi ASI memiliki kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan bayi dengan susu formula. Pada usia 5-6 tahun, anak yg tidak pernah mendapat ASI memiliki angka obesitas 4.5%, jauh lebih tinggi dibandingkan bayi yg mendapat ASI lebih dari 12 bulan, yang memiliki angka obesitas hanya 0,8% Bayi yang disusui oleh ibunya belajar mengendalikan jumlah ASI dan kalori yang dikonsumsinya dibandingkan bayi yang minum dengan botol, yang biasanya lebih sering “ditarget” untuk menghabiskan isi botol sekalipun telah merasa kenyang. Selain itu, kandungan susu formula yang padat energi dapat merangsang sistem endokrin untuk mengeluarkan lebih banyak insulin dan growth factor sehingga meningkatkan kadar lemak tubuh pada bayi tersebut (Ananditha, 2017).

Air Susu Ibu (ASI) eksklusif merupakan makanan alamiah yang pertama dan utama bagi bayi yang lahir karena ASI dapat memenuhi kebutuhan bayi akan energi dan zat gizi bayi di masa pertumbuhan selama 6 bulan pertama kehidupannya. Dalam rangka menurunkan angka kesakitan dan kematian anak, World Health Organization (WHO) merekomendasikan bahwa bayi yang berumur 0-6 bulan hanya memerlukan ASI saja tanpa cairan atau

makanan padat apapun yang disebut dengan ASI eksklusif. Sesudah umur 6 bulan, bayi baru dapat diberikan makanan pendamping ASI (MP-ASI) dan ibu tetap memberikan ASI sampai anak berumur minimal 2 tahun. pemberian ASI pada masa bayi terhadap panjang badan pada masa kanak-kanak dan dewasa, menunjukkan bahwa anak yang mendapat ASI pada masa bayinya secara bermakna lebih tinggi dibanding anak yang mendapat susu formula (Devriany *et al*, 2018). Pemberian ASI tidak eksklusif juga merupakan salah satu factor penyebab terjadinya obesitas pada anak. Berdasarkan hasil penelitian sebanyak 61,2% anak sudah di perkenalkan makanan selain ASI sebelum usia 6 bulan. Anak yang diberi susu formula yang padat energi dapat merangsang sistem endokrin untuk mengeluarkan lebih banyak insulin dan growth factor sehingga meningkatkan kadar lemak tubuh. Kadar insulin pada bayi yang diberi susu formula lebih tinggi dan memiliki respon insulin lebih panjang daripada bayi yang diberi ASI. Hal ini menstimulasi deposisi jaringan lemak yang berakibat bertambahnya berat badan. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 62,2% terjadi peningkatan berat badan setelah mengkonsumsi susu formula (Hapisah *et al*, 2016).

KESIMPULAN

Mayoritas mahasiswa memiliki indeks massa tubuh normal dan riwayat pemberian ASI selama 6-24 bulan.

kejadian obesitas pada remaja. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia* 11(4): 179-190.

Luke, A., Durazo-Arvizu, R., Rotimi, C., Prewitt, T.E., Forrester, T., Wilks, R., Ogunbiyi, O.J., Schoeller, D.A., McGee, D. and Cooper, R.S. 1997. Relation between Body Mass Index and Body Fat in Black Population Samples from

REFERENSI

- Abdiana. 2014. Hubungan Durasi Pemberian ASI dengan Kejadian Berat Badan Lebih pada Anak Taman Kanak-Kanak. *MKA* 37(1): 50-57.
- Ananditha, A.C. 2017. Pengalaman Ibu tentang Gaya Hidup yang Menyebabkan Anak Beresiko Obesitas. *Jurnal Keperawatan Muhammadiyah* 2(2): 1-9.
- Devriany, A., Wardani, Z., and Yuniar. 2018. Perbedaan Status Pemberian ASI Eksklusif terhadap Perubahan Panjang Badan Bayi Neonatus. *Jurnal MKMI* 14(1): 44-51.
- Diana, R., Yuliana, I., Yasmin, G and Hardinsyah. 2013. Faktor Risiko Kegemukan pada Wanita Dewasa Indonesia. *Jurnal Gizi dan Pangan* 8(1): 1-8.
- Handayani, R., Irwanto, Purwanti D., and Fatmaningrum, W. 2017. Usia Pubertas dan Menarche terhadap Tinggi Badan Mahasiswa Kebidanan. *JURNAL MKMI* 13(1): 21-26.
- Hapisah, Perangin, N., and Darmayanti. 2016. Pengaruh Masa Sapih terhadap Risiko Obesitas pada Anak Usia Prasekolah di Kecamatan Banjarbaru Utara. *Jurnal Skala Kesehatan* 7(2): 1-13.
- Kurdanti, W., Suryani, I., Syamsiatun, N.H., Siwi, L.P., Adityanti, M.M., Mustikaningsih, D., and Sholihah, K.I. 2015. Faktor-faktor yang mempengaruhi Nigeria, Jamaica, and the United States. *Am J Epidemiol* 145: 620-628.
- Maulina, V.V.R. 2016. Health Anxiety in Young Indonesian Adults: A Preliminary Study. *IAFOR Journal of Psychology & the Behavioral Sciences* 2(1): 25-32.
- Pibriyanti, K. 2018. Studi Obesitas Sentral pada Mahasiswa Prodi Kesehatan Masyarakat Univet Bangun Nusantara

Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan* 11(1): 16-23.
Simbolon, D. 2013. Model Prediksi Indeks Massa Tubuh Remaja Berdasarkan

Riwayat Lahir dan Status Gizi Anak. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* 8(1): 19-27.

Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Aspek Kompetensi

Tia Paramitha¹, Berti Yolida², Rini Rita T. Marpaung³

¹ Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

² Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

³ Pasca Sarjana Universitas Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia

Email: tiaparamitha97@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to describe the effect of the use of the *Problem Based Learning* model toward the students' scientific literacy at the first grade of the Natar First Senior High School. Sample of the research was 70 students at the first grade selected through *cluster random sampling* techniques with a quasi-experimental method by using a pretest-posttest design of a non-equivalent group. The instrument used in this study was a test of scientific literacy ability in the written form for ten test items in which each test item follows the constructive pattern of the *Program for International Assessment* (PISA) with the main topic of environmental change. While, Pretest-posttest and *n-Gain* values were analyzed by *Independent Sample t-test*. From the statistical test results, we can see that H_0 is rejected, meaning there is a significant difference between the average score of the students' scientific literacy ability in the experimental class and those in the control class after the *Problem Based Learning* model was applied. From that result, we can see that there is an influence of the *Problem Based Learning* model toward students' scientific literacy ability at the aspect of competency.

Keyword: scientific literacy, *problem based learning*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi, informasi dan komunikasi yang sangat pesat pada abad ke 21 ini memberikan dampak kemajuan pada berbagai bidang tak terkecuali dalam bidang pendidikan. Untuk dapat beradaptasi dengan hal tersebut maka segala sesuatu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan manusia sejalan dengan kemudahan yang tersedia serta memanfaatkannya secara cerdas. Menurut BSNP (2010: 5) pendidikan merupakan komponen utama dalam mewujudkan cita-cita bangsa, yaitu masyarakat bangsa Indonesia yang sejahtera dan bahagia, dengan kedudukan yang terhormat dan setara dengan bangsa lain dalam dunia global, melalui pembentukan masyarakat yang terdiri dari sumber daya manusia yang berkualitas, yaitu pribadi yang mandiri, berkemauan dan berkemampuan untuk mewujudkan cita-cita bangsanya.

Biologi sebagai bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sangat potensial

dalam mengembangkan manusia terkait dengan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotorik. Kemampuan menerapkan konsep sains dalam kehidupan sehari-hari oleh Holbrook (2009: 275) disebut dengan kemampuan literasi sains. Literasi sains (*scientific literacy*) didefinisikan oleh PISA (*Programme for International Students Assessment*) sebagai pengetahuan dan penggunaannya untuk mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, menjelaskan fenomena ilmiah dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti. Ogunkola (2013: 266) menambahkan bahwa literasi merupakan tindakan memahami sains dan mengaplikasikannya bagi kebutuhan masyarakat.

Program PISA ini merupakan program tiga tahunan dimulai tahun 2000, dilanjutkan tahun 2003, 2006, 2009 dan 2012. Hasil studi PISA menunjukkan bahwa penguasaan literasi sains peserta didik Indonesia masih berada pada tingkatan rendah. Belum ada

peserta didik Indonesia yang mampu mencapai level 5 dan 6 yaitu kemampuan dalam mengidentifikasi komponen ilmiah dari berbagai situasi kehidupan yang kompleks, menerapkan konsep ilmiah dan pengetahuan tentang sains, membandingkan, memilih dan mengevaluasi sesuai bukti ilmiah untuk merespon suatu situasi kehidupan. Menurut skala yang diterapkan PISA, peserta didik Indonesia baru mampu mencapai level rendah yaitu pada tahap kemampuan menjelaskan konsep-konsep yang sederhana berdasarkan OECD dalam Yulita (2013: 90). Hasil penilaian PISA yang dilakukan sejak tahun 2000 tidak menunjukkan hasil yang gemilang karena skor rata-rata peserta didik masih jauh di bawah rata-rata internasional yang mencapai skor 500. Hasil penilaian TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) terhadap prestasi bidang sains peserta didik Indonesia pada tahun 1999 berada pada peringkat 32 dari 38 negara dengan skor 435, pada tahun 2003 di peringkat 37 dari 46 negara, dan pada tahun 2007 di peringkat 35 dari 49 negara (Toharudin, 2011: 16).

PISA sebagai salah satu program dalam menilai literasi sains peserta didik membagi literasi sains ke dalam tiga domain dalam pengukurannya, yakni konten sains, proses sains, dan konteks aplikasi sains. Shwartz, Ben-Zvi, dan Hofdtein dalam Yulita (2006: 90) menambahkan aspek sikap (*affective aspect*) ke dalam domain literasi sains. Berdasarkan hal tersebut, maka penilaian literasi sains dalam PISA tidak hanya mengukur tingkat pemahaman terhadap pengetahuan sains, tetapi juga pemahaman terhadap berbagai aspek proses sains, serta kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan proses sains tersebut dalam situasi nyata yang dihadapi peserta didik (Firman dalam Yulita, 2007: 90).

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan pada 15 November 2018 di SMA Negeri 1 Natar, literasi sains dalam pembelajaran masih asing dan notabennya pendidik belum

sepenuhnya mengerti dengan literasi sains sebagai kemampuan ideal yang seharusnya dapat dimiliki oleh peserta didik. Secara implisit sebenarnya pendidik telah menerapkan literasi sains namun belum sepenuhnya diterapkan dengan baik sesuai dengan aspek literasi sains berdasarkan penilaian PISA yaitu konten, kompetensi, konteks dan sikap. Disisi lain hasil angket peserta didik yang diambil dari dua kelas yaitu kelas X MIA 7 dan X MIA 8 dengan jumlah peserta didik 71 dalam mengukur sikap terhadap literasi sains menunjukkan bahwa peserta didik memiliki potensi yang tinggi terhadap pembelajaran biologi. Potensi peserta didik terbukti dengan hasil rata-rata motivasi yaitu 68,5%, proses pembelajaran yaitu 73,5% yang keduanya termasuk kategori tinggi dan rasa ingin tahu peserta didik 63% termasuk kategori rendah. Kurangnya rasa ingin tahu peserta didik terhadap proses pembelajaran menjadi salah satu aspek bahwa masih kurangnya kemampuan literasi sains, karena rasa ingin tahu peserta didik dapat membangun pengetahuan ilmiah berdasarkan bukti ilmiah yang diperoleh. Hal tersebut menjadikan dasar untuk penelitian ini dilakukan, dimana masih terbatasnya penerapan literasi sains peserta didik yang ditandai dengan kurangnya keterlibatan peserta didik dalam mendukung kegiatan pembelajaran secara ilmiah, namun didukung dengan potensi yang sangat memungkinkan bahwa peserta didik berkemampuan dalam literasi sains. Tentunya literasi sains ini akan didukung oleh model pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013, salah satunya yaitu *Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran yang dirancang agar peserta didik mendapat pengetahuan penting, yang membuat mereka mahir dalam memecahkan masalah, memiliki model belajar sendiri serta memiliki kecakapan berpartisipasi dalam tim. Penerapan literasi sains pada *Problem Based Learning* juga diharapkan peserta didik dapat menyikapi dengan baik permasalahan yang terkait

dengan lingkungan, dengan begitu peserta didik dapat bijak terhadap lingkungan.

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Giriyantri, Pramadi, dan Listiawati (2017: 7) menunjukkan bahwa proses pelaksanaan pembelajaran berbasis masalah terlaksana dengan sangat baik persentase rata-rata sebesar 97,33% untuk keterlaksanaan aktivitas pendidik, dan 98% untuk keterlaksanaan aktivitas peserta didik, serta memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. Penelitian oleh Setiani (2016: 92) menunjukkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* efektif terhadap kemampuan literasi sains pada pembelajaran fisika kelas X SMA Negeri 10 Purworejo Tahun Pelajaran 2015/2016. Dari beberapa penelitian terdahulu ini, maka peneliti sangat tertarik untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan penerapan literasi sains dalam pembelajaran khususnya pembelajaran biologi, dengan memudahkan literasi sains pada model *Problem Based Learning*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret Tahun Pelajaran 2018/2019 di SMA Negeri 1 Natar. Sampel penelitian ini adalah peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Natar yang berjumlah 70 orang. Desain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain pretes-postes kelompok *non-ekuivalen*, dimana sebelum diberi perlakuan, terlebih dahulu sampel diberikan tes awal (pretes) dan diberikan tes akhir (postes) pada akhir pembelajaran. Prosedur penelitian ini terdiri dari tiga tahapan yaitu (1) tahap pra penelitian; (2) tahap pelaksanaan penelitian, dan (3) tahap akhir. Pada tahap prapenelitian, peneliti membuat surat izin observasi sebagai surat pengantar ke sekolah tujuan pelaksanaan penelitian SMA Negeri 1 Natar; membuat instrumen observasi berupa angket pendidik dan angket peserta didik yang ditujukan pada

kelas X MIA 7 dan X MIA 8; melakukan observasi di SMA Negeri 1 Natar untuk mendapatkan informasi mengenai keadaan subjek penelitian; mengolah data hasil angket peserta didik untuk mengetahui kondisi awal peserta didik terhadap literasi sains; penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan dalam proses pembelajaran; menyusun instrumen, memvalidasi instrumen dan melakukan uji coba instrumen.

Tahap pelaksanaan penelitian, langkah awal memberikan pretes kepada kelas eksperimen maupun kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, kemudian kedua kelas tersebut diberikan perlakuan berbeda yaitu kelas eksperimen menggunakan model *Problem Based Learning*, sedangkan kelas kontrol menggunakan metode diskusi, tahap akhir pembelajaran diberikan postes pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol untuk mengukur hasil kognitif peserta didik terhadap literasi sains. Tahap akhir penelitian yaitu mengolah data hasil kognitif peserta didik, menganalisis dan menyimpulkan serta menyusun laporan hasil penelitian.

Jenis data dalam penelitian ini yaitu kuantitatif dan kualitatif. Pengumpulan data menggunakan pretes-postes sepuluh butir soal uraian dan lembar tanggapan peserta didik. Instrumen penelitian terlebih dahulu diuji kelayakan dengan validitas dan reliabilitas soal. Teknik pengambilan data pada penelitian ini diperoleh dari pretes-postes serta angket tanggapan peserta didik. Nilai pretes diambil pada awal kegiatan pembelajaran, dan nilai postes diambil pada akhir kegiatan pembelajaran. Lembar tanggapan peserta didik berisi 16 pernyataan terdiri dari 8 pernyataan positif dan 8 pernyataan negatif, yang dipilih dengan tanda ceklis (\surd). Analisis data menggunakan program SPSS 17, data kuantitatif dengan uji hipotesis menggunakan uji *Independent Sample t-test* dan untuk

menentukan ada atau tidaknya peningkatan literasi sains peserta didik menggunakan uji *n-Gain*. Data kualitatif (lembar tanggapan peserta didik) menggunakan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Literasi Sains

Kemampuan literasi sains peserta didik dapat ditentukan dari hasil pretes-postes

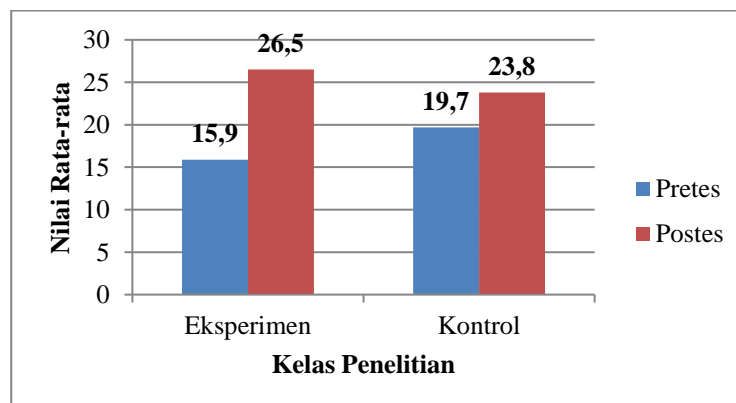
berupa soal uraian yang telah disesuaikan dengan indikator kompetensi dasar dan indikator aspek kompetensi PISA, untuk mengetahui peningkatan kemampuan literasi sains maka terlebih dahulu hasil diuji prasyarat berupa uji normalitas, homogenitas dan uji hipotesis. Berikut adalah hasil uji statistik kemampuan literasi sains peserta didik SMA Negeri 1 Natar.

Tabel 1. Uji Statistik Data Pretes, Postes, dan *N-Gain* Peserta Didik

Nilai	Kelas	Rerata ± Sd	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Uji Independent Samples t-Test
Pretes	E	47,61 ± 14,47	<i>Sig.</i> 0,200 > 0,05	<i>Sig.</i> 0,790 > 0,05	<i>Sig.</i> (2-tailed) 0,010 < 0,05 (BS)
	K	59,18 ± 17,71	<i>Sig.</i> 0,200 > 0,05		
Postes	E	79,79 ± 12,32	<i>Sig.</i> 0,021 > 0,05	<i>Sig.</i> 0,790 > 0,05	
	K	71,21 ± 13,97	<i>Sig.</i> 0,175 > 0,05		
N-Gain	E	0,58 ± 0,29 (Sedang)			
	K	0,22 ± 0,44 (Rendah)			

Keterangan :

- E = Eksperimen (Model *Problem Based Learning*)
- K = Kontrol (Metode Diskusi)
- Sd = Standar Deviasi
- BS = Berbeda Signifikan



Gambar 1. Rata-rata Hasil Ketercapaian Indikator Aspek Kompetensi PISA

Tabel 2. Uji Statistik Indikator Kompetensi Literasi Sains Peserta Didik

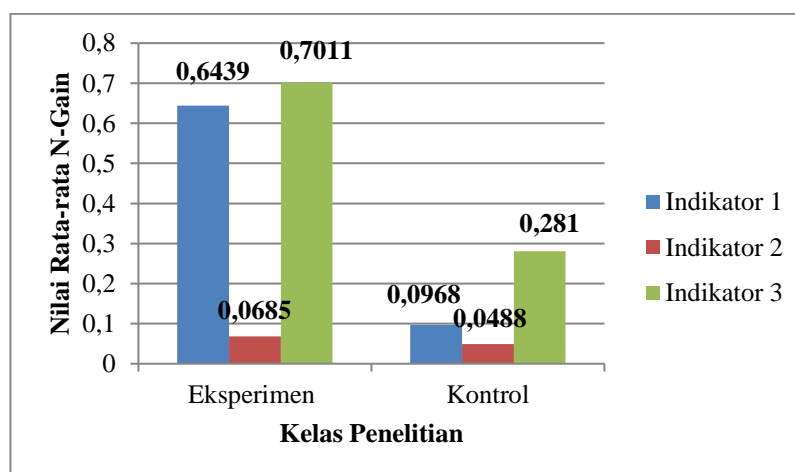
Indikator	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Uji <i>Independent Samples t-Test</i>	Keterangan
Mengidentifikasi isu-isu ilmiah	Normal	Homogen	0,000	Signifikan
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Normal	Homogen	0,465	Tidak signifikan
Menggunakan bukti-bukti ilmiah	Normal	Homogen	0,001	Signifikan

Keterangan:

Nilai *p-value* uji normalitas > 0,05 = berdistribusi normal

Nilai *p-value* uji homogenitas > 0,05 = homogen

Nilai *p-value* uji hipotesis < 0,05 = peningkatan signifikan



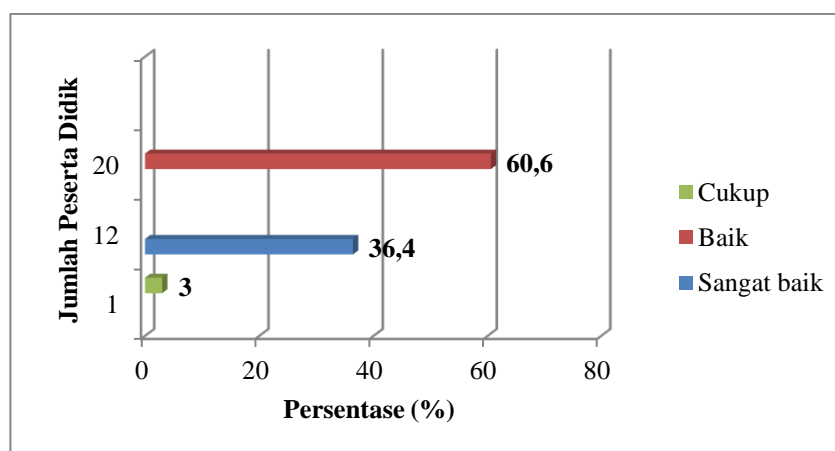
Keterangan :

Indikator 1 = mengidentifikasi isu-isu ilmiah

Indikator 2 = menjelaskan fenomena secara ilmiah

Indikator 3 = menggunakan bukri-bukti ilmiah

Gambar 2. Hasil Uji N-Gain Ketercapaian Indikator Aspek Kompetensi PISA



Gambar 3. Persentase Tanggapan Peserta Didik terhadap Model Problem Based Learning

B. Pembahasan

Penelitian ini diperoleh penjabaran data hasil perhitungan pretes dan postes baik dari kelas eksperimen dan kelas kontrol pada Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* sebagai perlakuan pada kelas eksperimen menunjukkan adanya peningkatan nilai yang baik. Hal tersebut terbukti dengan hasil rata-rata pada kelas eksperimen meningkat dari hasil pengujian pretes di awal pembelajaran 47,61 dan dilihat kembali di akhir pada pengujian postes 79,79. Tidak hanya dilihat dari hasil pengujian awal dan akhir saja, namun juga dilihat dari perbedaan hasil yang diperoleh pada kelas kontrol, dengan rata-rata pretes 59,18 dan rata-rata postes 71,21.

Tabel 1. menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata hasil pretes lebih rendah dibandingkan dengan pretes kelas kontrol, namun rata-rata hasil postes kelas eksperimen lebih tinggi dibanding dengan kelas kontrol, hal tersebut membuktikan bahwa peserta didik yang menggunakan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan nilai rata-rata postes. Di kelas eksperimen pembelajaran berlangsung dimana peserta didik lebih mampu membatasi permasalahan yang disajikan pendidik, peserta didik mampu membuat hipotesis permasalahan dalam lembar kerja, misalnya “kenaikan suhu bumi dapat disebabkan oleh penggunaan CFC secara berlebihan.” Peserta didik lebih terfokus lingkup permasalahannya karena lembar kerja disajikan dengan satu topik dan dibahas secara spesifik. Peserta didik secara berkelompok mampu menganalisis permasalahan secara kontekstual dengan mengaitkan permasalahan yang disajikan di lembar kerja dengan lingkungan sekitar, sehingga kelas eksperimen mampu memahami permasalahan yang tersaji dalam soal postes, peserta didik mampu menjawab secara rinci permasalahan yang tersaji dalam soal postes, karena ketika pembelajaran peserta didik mengeksplor pengetahuan secara

luas dengan menganalisis perubahan lingkungan dan peserta didik juga lebih aktif dalam pembelajaran, peserta didik selalu bertanya kepada pendidik ketika kesulitan dalam mengerjakan LKPD maupun pada saat penyajian materi oleh pendidik ketika peserta didik kurang memahami materi.

Perhitungan pretes dan postes dilakukan guna mengetahui hasil yang diperoleh dari sebelum diberikan perlakuan hingga sesudah diberikan perlakuan. Namun hasil tersebut belum menjadi dasar untuk melihat perbedaan yang terdapat pada hasil yang diperoleh dari kedua pengujian tersebut. Oleh sebab itu, dilakukan uji Normalitas Gain (*N-gain*) guna mengetahui perbedaan pada hasil yang diperoleh setelah pengujian pretes dan postes baik dari kelas eksperimen maupun kelas kontrol, setelah dilakukan perhitungan uji *N-gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 1. menunjukkan adanya perbedaan hasil rata-rata pada kelas eksperimen lebih tinggi dibanding pada kelas kontrol, yaitu kelas eksperimen memiliki rata-rata 0,58 yang artinya memiliki peningkatan kategori sedang, sedangkan kelas kontrol memiliki rata-rata 0,22 yang artinya memiliki peningkatan kategori rendah. Hal tersebut terjadi dikarenakan skor pretes dan postes yang diperoleh pada kelas eksperimen lebih signifikan peningkatannya dibandingkan pada kelas kontrol. Keefektifan proses pembelajaran ini juga didukung hasil penelitian terdahulu oleh Setiani (2016: 92) yang menunjukkan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* efektif terhadap kemampuan literasi sains pada pembelajaran fisika kelas X SMA Negeri 10 Purworejo Tahun Pelajaran 2015/2016.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam model pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap kemampuan literasi sains, dengan signifikansi 0,010 sehingga hipotesis H_0 ditolak yang berarti bahwa ada pengaruh yang signifikan dalam model *Problem Based Learning* terhadap kemampuan literasi sains

peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Natar pada materi pokok perubahan lingkungan. Didukung dengan penelitian sebelumnya oleh A'yuna (2017: 99) terdapat pengaruh model pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap kemampuan literasi sains peserta didik dengan yang belajar menggunakan metode ceramah.

Aspek yang dilihat pada penelitian ini tidak hanya seberapa besar hasil yang diperoleh oleh peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*, namun juga mengukur seberapa jauh kemampuan literasi sains peserta didik khususnya pada pembelajaran materi perubahan lingkungan yang disampaikan dengan menerapkan model pembelajaran tersebut. Pada *Framework* PISA 2006 terdapat empat aspek yang harus dinilai, yaitu konten, kompetensi, konteks, dan sikap. Penelitian ini melakukan pengukuran terhadap ketercapaian indikator pada aspek kompetensi. Peneliti hanya mengukur aspek kompetensi karena aspek tersebut dapat disajikan dengan butir soal uraian yang didalamnya juga sudah terdapat aspek konten dan konteks, sedangkan untuk aspek sikap peneliti tidak mengukur karena peneliti fokus pada aspek kompetensi. Ketercapaian aspek kompetensi PISA dalam penelitian ini mencakup tiga indikator yaitu mengidentifikasi isu-isu ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti-bukti ilmiah mengenai materi perubahan lingkungan.

Ketercapaian indikator kompetensi menggunakan uji *N-Gain* untuk menentukan ada atau tidaknya peningkatan literasi sains kelas eksperimen dan kelas kontrol pada saat proses pembelajaran. Gambar 2. merupakan interpretasi hasil uji *N-Gain* ketercapaian indikator kompetensi, dapat diketahui bahwa peningkatan tinggi pada indikator 3 menggunakan bukti-bukti ilmiah kelas eksperimen, dan peningkatan sedang pada indikator 1 mengidentifikasi isu-isu ilmiah kelas eksperimen, sedangkan indikator 2 kelas eksperimen dan indikator 1,2,3 pada kelas kontrol

mengalami peningkatan yang rendah. Hal ini terjadi karena peserta didik masih kesulitan dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah sehingga hasil ketercapaian indikator kompetensi pada Tabel 2. tidak signifikan. Menurut Thomson (2013: 10) menjelaskan fenomena secara ilmiah dengan menerapkan pengetahuan sains yang sesuai dalam situasi tertentu. Kompetensi mencakup menggambarkan atau menafsirkan fenomena, memprediksi perubahan, dan mengenali atau mengidentifikasi deskripsi yang sesuai. Peserta didik dalam proses pembelajaran masih kesulitan dalam menerapkan pengetahuan sains yang sesuai dengan konteksnya, dan masih kesulitan untuk menafsirkan fenomena. Misalnya dalam soal literasi sains yang diberikan pada saat pretes dan postes tentang grafik peningkatan emisi karbondioksida dan suhu atmosfer. Peserta didik menafsirkan fenomena tersebut kurang cermat membaca grafik dan kurang baik dalam menjelaskan permasalahan tersebut secara ilmiah.

Penelitian ini dilakukan perhitungan ketercapaian aspek kompetensi PISA secara menyeluruh, dan dilakukan juga perhitungan statistik data ketercapaian indikator aspek kompetensi PISA. Terlihat pada Tabel 2. bahwa data yang mengalami perbedaan yang signifikan terdapat pada indikator mengidentifikasi isu-isu ilmiah dengan signifikansi 0,000 dan pada indikator menggunakan bukti-bukti ilmiah dengan signifikansi 0,001. Pada indikator menjelaskan fenomena secara ilmiah data tidak signifikan, hal tersebut dapat disebabkan masih kurangnya minat peserta didik untuk mengeksplor pengetahuan dengan menemukan informasi baru serta mengaitkannya dengan informasi yang sudah diketahui dari pengalaman sebelumnya, selain itu juga dapat disebabkan karena peserta didik kurang mengaitkan fakta di lingkungan secara kontekstual untuk mendukung pemecahan masalah dalam proses pembelajaran. Peserta didik terbiasa belajar secara pemahaman materi saja tanpa mengkaji fenomena serta fakta yang terjadi di

lingkungan sekitar. Seperti halnya yang dikemukakan oleh Thomson (2013: 9) bahwa dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah harus mampu menerapkan pengetahuan sains dalam situasi tertentu, menjelaskan atau menafsirkan fenomena secara ilmiah dan memprediksi perubahan, serta mengidentifikasi deskripsi, penjelasan, dan prediksi yang sesuai, namun dari data yang disajikan tetap dapat disimpulkan terdapat peningkatan hasil ketercapaian indikator aspek kompetensi PISA khususnya pada kedua indikator tersebut.

Penilaian literasi sains PISA mengharuskan peserta didik untuk mengidentifikasi secara ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti ilmiah. Ketiga kompetensi ini dipilih karena pentingnya mereka untuk praktik sains dan kunci kemampuan kognitif seperti penalaran induktif dan deduktif, pemikiran berbasis sistem, pengambilan keputusan secara kritis, transformasi informasi (misalnya membuat tabel atau grafik dari data mentah), dan berpikir dalam hal model dan penggunaan sains (Thomson, 2013: 9).

Kelas yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* pada materi perubahan lingkungan (kelas eksperimen), setiap pertemuan selalu melakukan orientasi masalah dengan membuat prediksi terhadap masalah yang disajikan dalam proses pembelajaran, pendidik juga melakukan bimbingan terhadap peserta didik untuk mengeksplorasi informasi guna menyelesaikan permasalahan secara kontekstual, kemudian peserta didik juga menganalisis dan mengevaluasi hasil pemecahan masalah tersebut dikaitkan dengan materi serta fakta di lingkungan. Berbeda dengan kelas yang menggunakan metode diskusi (kelas kontrol) pada materi perubahan lingkungan tidak dilakukan tahapan tersebut, sehingga peserta didik hanya berdiskusi kelompok untuk menyelesaikan permasalahan dalam pembelajaran. Selain itu, pada kelas eksperimen ada tahapan pembelajaran yang mengharuskan peserta didik untuk dapat berhipotesis

atau memprediksi. Artinya, peserta didik dituntut untuk memahami permasalahan dari materi yang akan dipelajari sehingga mampu memberikan jawaban atau solusi sementara dari masalah tersebut. Dengan adanya tahapan berhipotesis ini peserta didik memiliki petunjuk dan arahan yang jauh lebih jelas dalam melaksanakan pembelajaran di kelas, sehingga peserta didik akan terbiasa untuk membuktikan hipotesis masalah yang telah ditentukan pada awal kegiatan dengan menggunakan data hasil diskusi kelompok yang diperoleh. Dengan itu, peserta didik akan terbiasa untuk mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi dan juga mampu memperoleh informasi serta pengetahuannya secara mandiri.

Penelitian ini dilakukan tentunya untuk membiasakan peserta didik agar mereka mampu mengeksplor pengetahuan dan informasi secara ilmiah serta menggunakan bukti atau fakta secara akurat, dan tentunya peserta didik akan merasakan respon yang berbeda terhadap pembelajaran yang dilakukan dengan model *Problem Based Learning* dan tidak menggunakan model *Problem Based Learning*. Maka dari itu, pada kelas eksperimen diberikan angket tanggapan peserta didik untuk mengetahui respon yang baik atau tidaknya model pembelajaran ini. Angket tanggapan ini berguna sebagai data kualitatif dalam penelitian, dimana peserta didik disajikan dua macam pernyataan yaitu positif dan negatif yang masing-masing terdiri dari delapan pernyataan, dari angket tersebut peneliti akan mengetahui tanggapan ataupun respon peserta didik terhadap pembelajaran yang dilakukan di kelas pada materi perubahan lingkungan ini.

Angket tanggapan ini meliputi 4 indikator yaitu mengetahui respon peserta didik tentang aktivitas pembelajaran dengan model *Problem Based Learning*, yang meliputi dua pernyataan positif dan dua pernyataan negatif; mengetahui respon peserta didik terhadap kemampuan literasi sains melalui model *Problem Based Learning*, yang meliputi tiga pernyataan positif dan tiga pernyaa-

taan negatif; mengetahui respon peserta didik tentang pembelajaran konsep perubahan lingkungan melalui model *Problem Based Learning*, yang meliputi satu pernyataan positif dan satu pernyataan negatif; dan mengetahui respon peserta didik tentang pelaksanaan pembelajaran biologi dengan penerapan model *Problem Based Learning*, yang meliputi dua pernyataan positif dan dua pernyataan negatif. Indikator tersebut masing-masing terdiri dari 8 pernyataan positif dan 8 pernyataan negatif. Hasil rekapitulasi Gambar 3. angket tanggapan peserta didik diperoleh dalam kategori sangat baik dengan persentase 36,4%, kategori baik dengan persentase 60,6 %, dan kategori cukup dengan persentase 3%. Maka dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning* memiliki respon yang baik bagi peserta didik kelas X MIA 7 SMA Negeri 1 Natar sebagai kelas eksperimen, sehingga peserta didik lebih termotivasi dalam proses pembelajaran karena pembelajaran dilakukan dengan memberikan kesempatan peserta didik untuk menentukan hipotesis ataupun memprediksi suatu permasalahan, serta menemukan solusi secara mandiri dengan mengaitkan dari sudut materi pembelajaran maupun fakta ilmiah di lingkungan, dan proses pembelajaran pun lebih bermakna. Dalam hal ini sejalan dengan hasil penelitian Giriyantri, Pramadi, dan Listiawati (2017: 7) yang menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan literasi sains pada pembelajaran fisika kelas X SMA Negeri 10 Purworejo Tahun Pelajaran 2015/2016.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa: Model pembelajaran *Problem Based Learning* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan literasi sains

peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Natar pada aspek kompetensi.

REFERENSI

- A'yuna, Qori. 2017. *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas X Pada Materi Keanekaragaman Hayati di SMA Negeri 2 Bandar Lampung*. IAIN Raden Intan. Lampung.
- BSNP. 2010. *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Firman, H. 2007. *Laporan Hasil Analisis Literasi Sains berdasarkan hasil PISA Nasional tahun 2006*. Puspendik. Jakarta.
- Giriyantri, Pramadi dan Listiawati. 2017. *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Materi Ekosistem Kelas X SMA*. Jurnal Skripsi Pendidikan Biologi.
- Holbrook, Jack. 2009. The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Educational*, Vol. 4, hal 144 – 150.
- OECD. 2013. *PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematic, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing. [<http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>].
- Ogunkola, B. J. 2013. Scientific Literacy: Conceptual Overview, Importance and Strategies for Improvement. *Journal of Educational and Social Research*. 3(1): 265-274.
- Setiani, Heni. 2016. *Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA Negeri 10 Purworejo Tahun Pelajaran 2015/2016*. Universitas Muhammadiyah. Purworejo.

- Shwartz, Y. Ben-Zvi, R. Dan Hofdtein, A. 2006. *The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy*.
- Thomson, Sue., Kylie Hillman dan Lisa De Bortoli. 2013. *A teacher's guide to PISA scientific literacy*. Australian Council for Educational Research. Australia.
- Toharudin, Uus dan Sri Hendrawati. 2011. *Membangun Literasi Sains Peserta didik*. Humaniora. Bandung.
- Yulita, Inelda. 2017. *Desain Bahan Ajar Berbasis Literasi Sains: Hakekat Ilmu Kimia pada Konteks Air Laut*. Prosiding Seminar Nasional Kimia. UNY. Yogyakarta.

Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan

Siti Marpu'ah¹, Rini Rita T. Marpaung², Berti Yolida³

¹ Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

² Pasca Sarjana Universitas Malang, Malang, Jawa Timur, Indonesia

³ Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: stmrph@gmail.com, Telp.: +6281379570920

ABSTRACT

This study aims to describe the effect of the use of problem based learning models on students' scientific literacy abilities on the subject matter "Environmental Change". The sample in this study were 60 students of class X SMA Negeri 1 Ambarawa Pringsewu district. Sampling using cluster random sampling techniques. The research instrument uses pretest-posttest sheets and questionnaire responses of students to the problem based learning model. The research design used in this study was non equivalent pretest-posttest control group design. The results of the pretest-posttest and n-gain values were analyzed with the Independent Sample t-test and the results of the peperta students' questionnaire responses were analyzed descriptively. The results showed that there was an influence of learning using the problem based learning model on students' scientific literacy abilities. The results of scientific literacy skills of students using problem based learning models have a significant effect on the experimental class. This shows that the application of the problem based learning model has a significant effect on the ability of students' scientific literacy on the subject matter "environmental change".

Keyword: scientific literacy, problem based learning

PENDAHULUAN

Dewasa ini era globalisasi memberi dampak yang cukup luas dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk tuntutan dalam bidang penyelenggaraan pendidikan. Salah satu tantangan tersebut yakni bahwa pendidikan seharusnya mampu menghasilkan sumber daya manusia dengan kompetensi utuh, atau disebut dengan kompetensi abad ke-21. Hal tersebut telah dijelaskan secara eksplisit oleh pemerintah Indonesia dalam BSNP (2010: 46-47) yang menyatakan bahwa Pendidikan di Abad-21 perlu mempertimbangkan berbagai hal, baik kompetensi lulusan, isi/konten pendidikan, maupun proses pembelajarannya, sehingga pendidikan di Abad-21 harus memperhatikan hal-hal berikut: (1) Pemanfaatan Teknologi Pendidikan, (2) Peran Strategis Pendidik/Dosen dan Peserta Didik, (3) Metode Belajar Mengajar Kreatif, (4) Materi

Ajar yang Kontekstual, dan(5) Struktur Kurikulum Mandiri berbasis Individu.

Mengacu pada begitu kompleksnya kompetensi yang harus dimiliki peserta didik pada pendidikan abad 21 ini, maka perlu adanya pengembangan kemampuan literasi sains peserta didik mengingat pentingnya kemampuan literasi sains dalam proses pembelajaran dan kaitannya dalam kehidupan sehari-hari.

Literasi sains diartikan sebagai kemampuan peserta didik dalam menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi pertanyaan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti, dalam rangka memahami serta membuat keputusan berkenaan dengan alam dan perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia. Literasi sains dikembangkan menjadi empat dimensi oleh PISA Draft Science Framework, yaitu konteks (context), pengetahuan (knowledge),

kompetensi (competencies), dan sikap (attitudes) (OECD, 2006: 11).

Hasil studi pendahuluan di SMAN 1 Ambarawa dengan membagikan angket sikap kemampuan literasi sains peserta didik didapatkan kesimpulan bahwa peserta didik memiliki sikap literasi sains yang cukup berpotensi untuk dikembangkan, hal tersebut nampak pada tingkat motivasi belajar dan respon dalam pembelajaran biologi peserta didik sebesar 70,5% dan 73% namun tingkat rasa ingin tahu peserta didik tergolong rendah, yakni hanya mencapai angka 60%, kemampuan literasi sains peserta didik pada aspek yang lain tergolong masih rendah hal ini terlihat pada rendahnya hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan standar kriteria ketuntasan minimal (KKM), dimana berdasarkan data nilai hasil ulangan harian peserta didik kelas X pada mata pelajaran biologi rata-rata nilai ulangan harian ke 2 peserta didik 62, 7 (dibawah nilai KKM yakni 70) yang menunjukkan rendahnya kemampuan literasi sains pada aspek kompetensi, konten, dan konteks peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara pada hari rabu, 14 November 2018 dengan pendidik biologi kelas X SMAN 1 Ambarawa diperoleh kesimpulan bahwa pemahaman berbeda oleh pendidik mengenai pengertian kemampuan literasi sains peserta didik. Selama ini pendidik memahami bahwa kemampuan literasi sains hanya berkaitan dengan ketertarikan peserta didik untuk membaca terkait materi yang diajarkan tanpa menilai aspek-aspek penting dalam literasi sains yakni aspek konten, konteks, kompetensi, dan sikap. Selain itu dalam hal penilaian hasil belajar, pendidik memberikan tipe soal pilihan ganda yang mendorong peserta didik hanya belajar mengingat dan

menghapal tanpa melalui proses mengidentifikasi suatu permasalahan.

Menyadari bahwa pentingnya meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik, maka diperlukan suatu model yang dapat memberikan suasana pembelajaran yang mendorong peningkatan kemampuan peserta didik baik dari segi pengetahuan, proses, kompetensi dan sikap literasi sains. Model pembelajaran yang diduga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik yakni model problem based learning (PBL) dimana menurut Al Tabany (2014:62) Model pembelajaran berbasis masalah adalah model pembelajaran yang didasari oleh banyaknya permasalahan yang membutuhkan penyelidikan autentik, yaitu penyelidikan yang membutuhkan penyelesaian nyata dari permasalahan yang nyata. Dari contoh permasalahan nyata jika diselesaikan secara nyata, memungkinkan peserta didik memahami konsep bukan sekadar menghafal konsep.

Penelitian yang membuktikan model problem based learning (PBL) mampu meningkatkan literasi sains peserta didik diantaranya dalam Giriyanti (2017: 5) Model pembelajaran berbasis masalah membuat peserta didik mengalami serangkaian proses yang mendukung tercapainya indikator kemampuan literasi sains. Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan di atas dan mengingat pentingnya kemampuan literasi sains pada peserta didik, maka perlu dilakukan penelitian untuk membekali peserta didik agar mereka dapat memiliki kemampuan literasi sains yang baik. Hal inilah yang memotivasi peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta didik Kelas X SMA Negeri 1

Ambarawa pada Materi Perubahan lingkungan”.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2018/2019, dimulai pada bulan Maret sampai dengan bulan April 2019 di SMA Negeri 1 Ambarawa. Sampel penelitian ini adalah peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Ambarawa yang berjumlah 60 orang. Desain penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen dengan rancangan penelitiannya yaitu pretest – posttest control group desain. Dalam rancangan desain penelitian ini melibatkan dua kelompok, yakni kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok akan diberi perlakuan (treatment) dengan model pembelajaran yang berbeda, kemudian diberi tes awal (pretest) saat sebelum pembelajaran, dan tes akhir (posttest). setelah pembelajaran

Prosedur penelitian ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu (1) tahap pra penelitian; (2) tahap pelaksanaan penelitian, dan (3) tahap akhir. Pada tahap pra penelitian, peneliti membuat surat pra penelitian; kemudian melakukan observasi di sekolah tempat penelitian dan menentukan sampel; menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar kerja peserta didik (LKPD); menyusun instrumen penelitian untuk menjangkau data penelitian, meliputi: perangkat tes kemampuan literasi sains; dan angket tanggapan peserta didik; melakukan validasi instrumen dan melakukan uji coba instrumen penelitian pada peserta didik kelas lain diluar sampel.

Tahap pelaksanaan penelitian, langkah awal yang dilakukan yaitu memberikan pretest kemampuan literasi sains peserta didik pada materi perubahan

lingkungan di awal pembelajaran; melaksanakan proses pembelajaran pada materi perubahan lingkungan menggunakan model PBL pada kelas eksperimen dan pembelajaran diskusi pada kelas kontrol; melaksanakan posttest kemampuan literasi sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan; mengumpulkan data melalui angket kepada peserta didik setelah mengikuti kegiatan pembelajaran pada materi perubahan lingkungan dengan menggunakan PBL.

Tahap akhir penelitian yaitu, mengelola data hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahap pelaksanaan penelitian; melakukan analisis terhadap seluruh hasil data penelitian yang diperoleh; menyimpulkan hasil analisis data dan menyusun laporan penelitian.

Jenis data dalam penelitian ini yaitu kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah data hasil kognitif peserta didik (meliputi data ketercapaian indikator pada aspek kompetensi literasi sains PISA) yang diperoleh dari nilai pretes dan postes pada materi pokok perubahan lingkungan. Data kualitatif dalam penelitian ini yakni angket tanggapan peserta didik terhadap model pembelajaran problem based learning, yang digunakan sebagai penguat jaminan pelaksanaan penelitian.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah berupa tes dan non tes. Data tes tertulis berupa tes uraian ditujukan untuk mengumpulkan data mengenai kemampuan literasi sains peserta didik terhadap materi perubahan lingkungan. Soal tersebut terdiri dari 10 soal yang dibuat berdasarkan pola Framework Programme for International Student Assessment (PISA) 2006. Sedangkan data non tes menggunakan angket yang dimaksudkan untuk melihat bagaimana tanggapan peserta didik terhadap

model pembelajaran problem based learning (PBL) pada kelas eksperimen. Dimana lembar angket ini pada dasarnya berisikan 16 pernyataan yang terdiri dari 8 pernyataan positif dan 8 pernyataan negatif.

Adapun teknik analisis yang digunakan untuk data kuantitatif (pretest-post-test) kemampuan literasi sains yaitu menggunakan uji-t menggunakan SPSS 17.0 dengan memberukan uji prasyarat terlebih dahulu yakni dengan uji normalitas dan homogenitas. Sedangkan untuk data kualitatif (angket tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran) dianalisis menggunakan teknik deskriptif persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Literasi Sains

Pengaruh model *problem based learning* diukur berdasarkan ketercapaian dalam meningkatkan kemampuan literasi sains yang dilihat dari hasil pretes-postes secara keseluruhan, ketercapaian indikator kemampuan literasi sains (meliputi mengidentifikasi isu-isu ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti-bukti ilmiah), dan nilai *n-Gain*. Sedangkan tanggapan peserta didik terhadap model problem based learning akan dilihat berdasarkan hasil angket tanggapan peserta didik terhadap model problem based learning.

Tabel 1. Uji Statistik Data Keseluruhan Pretes, Postes, dan *N-Gain* Peserta Didik

Nilai	Kelas	Rerata ± Sd	Uji Normalitas	Uji Homogenitas
Pretes	E	49,78 ± 10,37	<i>Sig.</i> 0,135 > 0,05	<i>Sig.</i> 0,948 > 0,05
	K	59,83 ± 9,35	<i>Sig.</i> 0,200 > 0,05	
Postes	E	79 ± 9,53	<i>Sig.</i> 0,200 > 0,05	<i>Sig.</i> 0,948 > 0,05
	K	66,03 ± 8,39	<i>Sig.</i> 0,200 > 0,05	
N-Gain	E	0,58 ± 0,27 (Sedang)		
	K	0,16 ± 0,41 (Rendah)		

Keterangan :

E = Eksperimen (Model *Problem Based Learning*)

K = Kontrol (Metode Diskusi)

Sd = Standar Deviasi

BS = Berbeda Signifikan

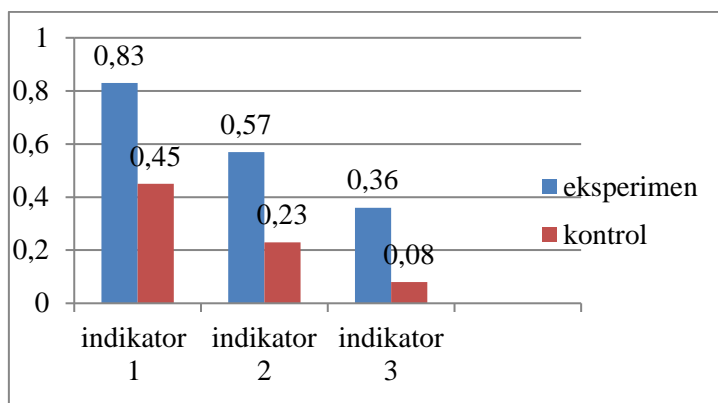
Tabel 2. Uji Statistik Indikator Kompetensi Literasi Sains Peserta Didik

Indikator	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Uji <i>Independent Samples t-Test</i>	Keterangan
Mengidentifikasi isu-isu ilmiah	Normal	Homogen	0,036 < 0,05	signifikan
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Normal	Homogen	0,003 < 0,05	Signifikan
Menggunakan bukti-bukti ilmiah	Normal	Homogen	0,000 < 0,05	Signifikan

Keterangan:

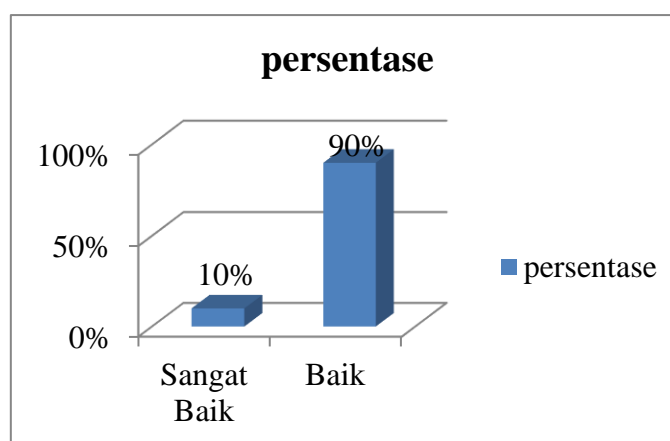
Nilai *p-value* uji normalitas > 0,05 = berdistribusi normal

Nilai *p-value* uji homogenitas $> 0,05$ = homogen
 Nilai *p-value* uji hipotesis $< 0,05$ = peningkatan signifikan



Keterangan:
 Indikator 1: mengidentifikasi isu-isu ilmiah
 Indikator 2: menjelaskan fenomena secara ilmiah
 Indikator 3: menggunakan bukti-bukti ilmiah

Gambar 1. Rata-Rata N-Gain Ketercapaian Indikator Kompetensi Literasi Sains



Gambar 2. Persentase Tanggapan Peserta Didik terhadap Model *Problem Based Learning*

A. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai data kemampuan literasi sains peserta didik pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik tertinggi terdapat pada kelas eksperimen diperoleh nilai rata-rata pretes-postes masing-masing sebesar 49,78 dan 79 dengan nilai n-Gain sebesar 0,58 termasuk kriteria sedang, sedangkan pada kelas

kontrol, hasil kemampuan literasi sains tergolong rendah dengan perolehan rata-rata nilai pretes-postes masing-masing sebesar 59,83 dan 66,03 dengan nilai n-Gain sebesar 0,16 termasuk kriteria rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki kemampuan literasi sains yang lebih baik dibanding kelas kontrol, dimana meskipun nilai pretes kelas eksperimen lebih kecil dibanding kelas kelas kontrol namun kelas eksperimen memiliki nilai postes dan

n-Gain yang lebih tinggi dibanding kelas kontrol.

Selanjutnya untuk memperkuat kesimpulan akhir uji maka dapat dilihat pada tabel yang menunjukkan hasil uji statistik pretes dan postes kemampuan literasi sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat hasil Uji Independent Sample t-Test memiliki nilai $\text{sig } 0,00 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap rata-rata hasil kemampuan literasi sains antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model problem based learning yang digunakan dalam pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil kemampuan literasi sains peserta didik.

peningkatan hasil kemampuan literasi sains peserta didik.

Aspek yang dilihat pada penelitian ini tidak hanya seberapa besar hasil kemampuan literasi sains yang diperoleh oleh peserta didik, namun juga mengukur seberapa jauh kemampuan literasi sains peserta didik dengan mengukur ketercapaian tiga indikator kompetensi kemampuan literasi sains pada tabel 2. Yang menjelaskan hasil ketercapaian indikator kompetensi literasi sains peserta didik.

Pada data hasil pretes dan postes indikator kompetensi literasi sains kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki data yang berdistribusi normal dan homogen. Selanjutnya pada uji independent sample t-Test ketiga indikator kompetensi literasi sains memiliki nilai $\text{sig } < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata hasil postes pada setiap indikator kompetensi literasi sains antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Selanjutnya hasil uji pada gambar 1. dapat dilihat peningkatan ketercapaian indikator literasi sains yang signifikan dapat

dilihat dengan uji *n-Gain* terhadap hasil tes kemampuan literasi sains.

Berdasarkan gambar 1. Dapat diketahui bahwa secara keseluruhan dari ketiga indikator kompetensi literasi sains rerata nilai *n-Gain* kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Selain itu pada indikator kompetensi literasi sains yang pertama yakni “mengidentifikasi isu-isu ilmiah” mendapatkan rerata *n-Gain* yang paling tinggi pada kelas eksperimen yaitu 0,83 dengan kriteria tinggi. Sedangkan pada indikator yang kedua “menjelaskan fenomena secara ilmiah” dan ketiga “menggunakan bukti-bukti ilmiah” kelas eksperimen diperoleh rata-rata *n-Gain* 0,57 dan 0,36 dengan kriteria sedang. Hasil perhitungan data tersebut menunjukkan *n-Gain* pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Perbedaan rata-rata nilai *n-Gain* tersebut menunjukkan kelas eksperimen memiliki kemampuan literasi sains lebih baik dengan penggunaan model pembelajaran problem based learning, dalam sintaknya yang mendukung pada indikator pertama kemampuan literasi sains yaitu pada sintaks pertama dan kedua problem based learning, dimana sintaks pertama nya yakni orientasi peserta didik pada masalah, dengan adanya bimbingan dari pendidik, peserta didik mengidentifikasi masalah nyata yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari khususnya pada konteks lingkungan dan dituangkan di dalam LKPD yang dibuat oleh pendidik. Setelah LKPD dibagikan, aktivitas yang dituntut dari peserta didik yaitu mampu merumuskan masalah dan merumuskan hipotesis. Proses pembelajaran tersebut menarik minat peserta didik terhadap sains dan lebih aktif dalam mengidentifikasi permasalahan secara ilmiah.

Sintaks problem based learning yang kedua yakni mengorganisasikan peserta didik untuk belajar. Pendidik membantu peserta didik untuk mendefinisikan permasalahan

yang disajikan. Sebagai contoh, peserta didik mengamati perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar. Ini membantu peserta didik dalam mengidentifikasi apa-apa saja yang menjadi permasalahan dalam perubahan lingkungan tersebut.

Sejalan dengan pernyataan Slameto (2013:96) bahwa pendidik harus selalu memberikan pengetahuan yang actual dan dipersiapkan sebaik-baiknya. Pengetahuan yang aktual akan menarik minat peserta didik, karena mereka saat itu sedang mengalami peristiwa itu juga, sehingga dalam proses pembelajaran menimbulkan rangsangan yang efektif bagi peserta didik.

Indikator kedua yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah pada kelas eksperimen rata-rata nilai n-Gain sebesar 0,57 dengan kriteria sedang sedangkan pada kelas kontrol rata-rata nilai n-Gain sebesar 0,23 dengan kriteria rendah.

Perbedaan nilai rata-rata n-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki kemampuan literasi sains lebih baik dengan penggunaan model problem based learning, dalam sintaknya yang mendukung pada indikator kemampuan literasi sains yaitu pada sintaks yang ketiga yaitu membimbing penyelidikan individual maupun kelompok. Pendidik mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah. Hal ini didukung dengan penggunaan lembar kerja peserta didik yang didalamnya permasalahan yang ditemui peserta didik dalam kehidupannya sehari-hari, ditambah dengan konsep baru yang masih relevan dengan permasalahan, serta terdapat petunjuk dan pertanyaan yang membantu peserta didik menuliskan ide-ide solusi atas temuan mereka. Proses tersebut membuat peserta didik dapat mendeskripsikan/ menjelaskan fenomena yang mereka temukan.

Pernyataan di atas didukung oleh pernyataan Mulyasa (2013:103) bahwa materi pembelajaran baru disesuaikan secara aktif dengan pengetahuan yang sudah ada, sehingga pembelajaran harus dimulai dengan hal yang sudah dikenal dan dipahami peserta didik. Kemudian pendidik menambahkan unsur-unsur pembelajaran dan kompetensi baru yang disesuaikan dengan pengetahuan dan kompetensi yang sudah dimiliki peserta didik. Unsur-unsur pembelajaran dan kompetensi baru ini akan menuntun peserta didik lebih mudah dalam menggunkan kemampuannya untuk menjelaskan suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Indikator ketiga yaitu menggunakan bukti ilmiah pada kelas eksperimen dengan rata-rata nilai n-Gain sebesar 0,45 dengan kriteria sedang, sedangkan pada kelas kontrol rata-rata nilai n-Gain yang diperoleh pada indikator 0,08 dengan kriteria rendah.

Perbedaan nilai rata-rata n-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki kemampuan literasi sains lebih baik dengan penggunaan model problem based learning, dalam sintaknya yang mendukung pada indikator ketiga yaitu pada sintaks keempat dan kelima dan keenam. Sintaks keempat yakni mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Dalam tahap ini, pendidik membimbing peserta didik mengembangkan karya nya dalam diskusi kelompok mengenai LKPD yang mereka kerjakan. Hasil diskusi kelompok dipresentasikan di depan kelas. Tahap ini menumbuhkan rasa percaya diri peserta didik untuk mempresentasikan hasil karya mereka. Peserta didik juga dapat menggunakan bukti ilmiah saat membandingkan permasalahan dengan teori yang mereka punya baik pengetahuan awal yang mereka punya maupun sumber belajar terkait untuk mencari solusi atas temuan permasalahan tersebut. Semakin banyak peserta didik yang memberikan saran maupun pertanyaan maka

pembelajaran berlangsung semakin aktif dan menarik.

Sintaks problem based learning yang kelima yakni menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Pada tahap ini, pendidik menganalisis dan mengevaluasi apa yang telah disampaikan oleh peserta didik. Tahapan ini dilakukan agar tidak terjadi miskonsepsi selama proses pembelajaran.

Sesuai dengan kajian teori yang dijelaskan oleh Shoimin (2014) yang menyatakan bahwa Pembelajaran dengan model problem based learning melibatkan masalah nyata, masalah dalam kehidupan sehari-hari sebagai penerapan konsep. Dengan modal pembelajaran problem based learning peserta didik lebih termotivasi dan ketertarikan peserta didik meningkat terhadap materi yang akan dipelajari serta kesulitan belajar peserta didik secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok. Sedangkan kemampuan literasi sains berhubungan dengan kehidupan nyata sehingga peserta didik akan lebih mudah memahami suatu konsep.

Untuk melihat respon peserta didik terhadap pembelajaran *problem based learning*, maka dilakukan juga pengambilan data angket tanggapan peserta didik. Penjabaran hasil tanggapan peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran pada kelas eksperimen telah disajikan pada gambar 2.

Grafik pada gambar 2. menunjukkan adanya respon atau tanggapan yang sangat baik peserta didik terhadap model pembelajaran *problem based learning* pada materi perubahan lingkungan. Ketentuan kategori tanggapan peserta didik ini dapat dilihat lebih jelas pada Tabel Terlihat pada gambar 4. bahwa respon yang masuk dalam kategori sangat baik sebesar 10% dan respon yang masuk dalam kategori baik diperoleh sebesar 90%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran ini mendapat

respon yang baik dari peserta didik, khususnya untuk diterapkan pada pembelajaran biologi dalam materi perubahan lingkungan.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, artinya model pembelajaran problem based learning berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains peserta didik di SMA negeri 1 Ambarawa khususnya pada materi perubahan lingkungan. Hal ini diperkuat dengan hasil angket tanggapan peserta didik terhadap model problem based learning yang digunakan selama penelitian berlangsung. Hasil rekapitulasi perhitungan angket tersebut disajikan pada gambar 4. yang menunjukkan adanya tanggapan positif yaitu "baik" dan "sangat baik" terhadap penerapan model pembelajaran tersebut.

Beberapa penelitian yang membuktikan model problem based learning (PBL) mampu meningkatkan literasi sains peserta didik diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Ida dan Sapinatul (2016:105) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah berpengaruh terhadap peningkatan sikap ilmiah peserta didik dengan perolehan di kelas eksperimen sebesar 83,85% termasuk kategori sangat tinggi, sedangkan di kelas kontrol sebesar 56,85% termasuk kategori cukup. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiani, Ngazizah dan Setyadi (2016:12) yang menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis masalah efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik dengan rata-rata kemampuan literasi sains sebesar 79,32% pada kelas eksperimen dan 70,34% pada kelas kontrol.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah (problem based learning) berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik.

REFERENSI

- Al-Tabany, Trianto Ibnu Badar. 2014. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Kontekstual*. Prenadamedia Group. Jakarta.
- BSNP. 2006. *Standar Isi Mata Pelajaran IPA SMP/MTs*. BSNP. Jakarta
- Giriyanti, P., dkk. 2017. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta didik pada Materi Ekosistem Kelas X SMA. *Jurnal Skripsi Pendidikan Biologi*. UIN Sunan Gunung Djati. Bandung.
- Ida Rosita, Ipa dan Sapinatul Bahriah, Evi. (2016). “Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Sikap Ilmiah Siswa Pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit”. *Jurnal Pendidikan Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*. 8 (1), 97-105.
- Mulyasa, E. (2013). *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- OECD. 2006. *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A framework for PISA 2006*. OECD Publishing. Paris
- Putri, Amytia; Suciati dan Ramli, Murni. 2014. “Pengaruh Model Problem Based Learning Berbasis Potensi Lokal pada Pembelajaran Biologi terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta didik Kelas X SMA Negeri 1 Cepogo”. *Jurnal Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 3 (2), 81-94.
- Shoimin, Aris. 2014. *Model Pembelajaran INOVATIF dalam Kurikulum 2013*. Ar-Ruzz Media. Yogyakarta.
- Slameto. (2013). *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Bumi Aksara. Jakarta.

Penggunaan Bak Air Minum oleh Satwa Liar di Taman Nasional Way Kambas, Lampung

Santoso¹, Nur Alim¹, Ichhan Prastika¹, Encang Sutarma², Ibnu Abdillah², Muhammad Yunus¹

¹Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera (PKHS) Taman Nasional Way Kambas, Lampung, Indonesia.

²Balai Taman Nasional Way Kambas, Lampung, Indonesia

Email: Yunus_pkhs@yahoo.co.id

ABSTRACT

Way Kambas National Park area is a habitat for various species of wildlife. However, in the dry season, some wildlife drinking sources such as swamps and rivers also become dry. Some large rivers are also intruded by sea water so that it becomes salty. This has a negative impact on the survival of existing wildlife and has the potential to increase wildlife mortality rates. The installation of water tubs is carried out to provide drinking sources for wildlife as a solution to overcome these conditions. A total of 500 tubs were installed in 5 dry swamps. Refilling the tubs is done every week. To know the effectiveness of the installation, 4 units of camera traps were installed for 3 months (September-November 2018). The number of trap nights was 284 and 255 wildlife videos were obtained. The number of wildlife recorded by camera traps was 23 species consisting 17 of Mammals, 5 of Aves and 1 of Reptilia. The five species with the most videos are tenggalung malaya (*Viverra zangalunga*) (n = 35), barking deer (*Muntiacus muntjac*) (n = 25), crested fireback (*Lophura ignita*) (n = 22), tapir (*Tapirus indicus*) (n = 11) and puff-backed bulbul (*Pycnonotus eutilotus*) (n = 9). And the relative density index (per 100 trap nights) is 12,324 for tenggalung malaya; 8,803 for barking deer; 7,746 for crested fireback ; 3,873 for tapirs; and 3,169 for puff-backed bulbul.

Keyword: water tub, camera trap, wildlife, Way Kambas National Park

PENDAHULUAN

Taman Nasional Way Kambas (TNWK) ditetapkan melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 670/Kpts-II/1999 tanggal 26 Agustus 1999. Kawasan Taman Nasional Way Kambas mempunyai luas lebih kurang 125.631,31 ha. Secara geografis TNWK terletak pada 4°37'-5°16' LS dan 105°33'-105°54' BT, dengan topografi berkisar antara 0-60 m di atas permukaan laut, sehingga dikategorikan ke dalam hutan hujan dataran rendah.

Berdasarkan klasifikasi iklim Schimidt dan Ferguson (Ministry of Forestry, 1995), Way Kambas diklasifikasikan ke dalam tipe B. Hujan biasanya turun pada bulan Oktober/ November sampai April/Mei.

Selama musim kemarau curah hujan kurang dari 100 mm perbulan, dan rata-rata curah hujan tahunan 2000 mm.

Taman Nasional Way Kambas berbatasan dengan beberapa sungai besar diantaranya Way Penet (30 km) pada bagian Selatan, Way Sukadana (18 km) sebelah Barat, Way Pegadungan (95 km) bagian Barat Laut, Way Seputih (30 km) di bagian Utara, dan pada bagian Timur berbatasan dengan Laut Jawa (Ministry of Forestry, 1995; Parrot and Andrew, 1996 dalam Yunus dkk, 2016). Selain sungai-sungai tersebut, di dalam kawasan TNWK juga terdapat beberapa sungai diantaranya Way Wako dan Way Kambas (merupakan gabungan dari Way Kanan, Way Negarabatin dan Kalibiru). Sungai-sungai ini mengalir ke arah timur dan bermuara di Laut Jawa.

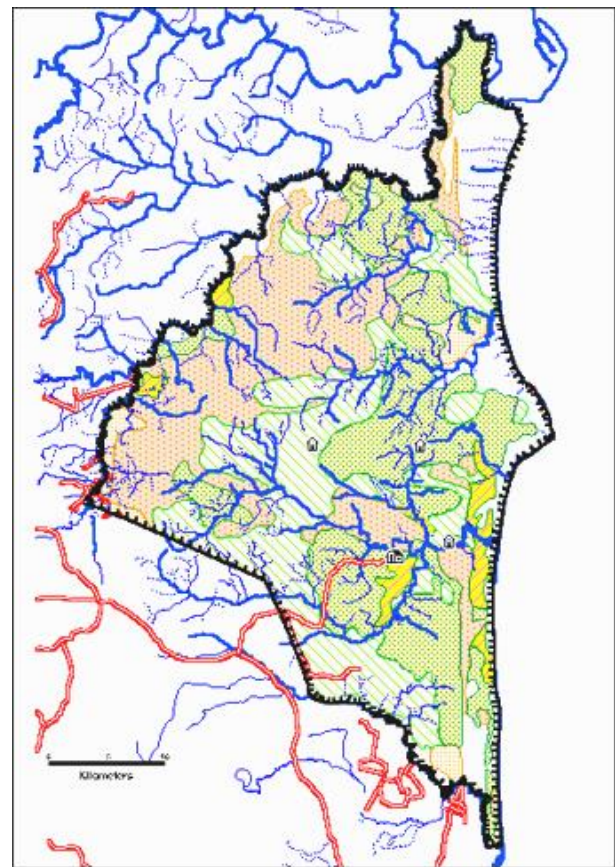
Berdasarkan hasil jebakan kamera yang selama ini dipasang oleh tim Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera (PKHS), setidaknya di dalam kawasan TNWK ini terdapat 38 jenis Mamalia. Beberapa jenis merupakan satwa langka seperti gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*), harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*), badak sumatera (*Dicerorhinus sumatraensis*), tapir (*Tapirus indicus*), beruang madu (*Helarctos malayanus*), dan macan dahan sumatera (*Neofelis diardi diardi*) (Yunus dkk, 2016). Beberapa jenis burung langka juga berhasil didokumentasikan dengan menggunakan jebakan kamera ini seperti mentok rimba (*Cairina scutulata*) dan bangau storm (*Ciconia stormi*) (PKHS, 2016).

Musim kemarau panjang yang melanda Indonesia umumnya dan Taman Nasional Way Kambas khususnya telah memberikan pengaruh, baik terhadap hewan maupun tumbuhan yang terdapat di dalam kawasan TNWK. Selain menyebabkan kebakaran, kemarau juga telah menyebabkan sungai-sungai air tawar di dalam hutan yang merupakan sumber air minum satwa liar menjadi kering, serta masuknya (intrusi) air laut ke sungai-sungai menyebabkan air sungai yang biasanya tawar menjadi payau bahkan asin.

Beberapa jenis satwa liar seperti babi (*Sus scrofa*), beruk (*Macaca nemestrina*), binturong (*Artictis binturong*), harimau sumatera (*P. t. Sumatrae*), kijang (*Muntiacus muntjak*), sambar (*Cervus unicolor*) bahkan ular phyton dan kura-kura juga pernah ditemukan mati secara alami pada saat musim kemarau (Yunus, 1997). Kematian ini diyakini merupakan kematian alami karena kondisi bagian tubuh satwa masih utuh dan umumnya berada di dekat bekas

sumber air yang telah mengering atau sungai yang telah menjadi asin.

Oleh sebab itu, sejak tahun 1997 Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera (PKHS) melakukan suatu kegiatan yang bertujuan untuk menyediakan sumber air minum bagi satwa liar pada saat terjadi musim kemarau. Kemudian dilakukan pemasangan jebakan kamera di lokasi penyediaan air minum yang bertujuan untuk mengetahui/memantau jenis-jenis satwa liar yang menggunakan air minum yang disediakan.



Gambar 1. Peta Taman Nasional Way Kambas

METODE

A. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini antara lain: bak air plastik ukuran 15 liter sebanyak 500 buah, jebakan kamera (4 unit), GPS, Kompas, Tali Rapia, Golok dan perlengkapan lapangan lainnya.

B. Pemasangan Bak Air Minum

Pemasangan bak air minum dilakukan pada bulan September – November 2018. Sebanyak 500 buah bak ditempatkan pada 5 rawa yaitu Rawa Misterius, Rawa Seminggu dan Rawa Bulus, Rawa Sandat dan Rawa Bambang. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan pemantauan dan pengalaman, bahwa lokasi tersebut merupakan tempat minum satwa liar di musim hujan serta aman dari pemburu liar. Selain itu, lokasi pemasangan bak air juga tidak terlalu jauh dari jalan yang dapat dilalui kendaraan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan pengisian ulang saat air dalam bak habis. Kegiatan pemantauan bak dan penambahan air dilakukan setiap minggu.

C. Pemantauan dengan jebakan kamera

Sebanyak 4 unit jebakan kamera tipe *Bushnell Nature View Cam HD-Live View* dipasang pada di lokasi tempat bak air. Jebakan kamera dipasang pada pohon setinggi 30 - 40 cm dari permukaan tanah dan sejauh 3 - 4 m dari bak terdekat. Jebakan kamera ini diseting pada mode video dengan durasi 30 detik dan jarak antar video 10 detik dan dioperasikan selama 24 jam/hari selama tiga bulan.

D. Analisa Data

Data hasil jebakan kamera berupa video satwa liar yang datang ke tempat bak air minum dikumpulkan setiap minggu.

Satwa liar yang terekam akan diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan pengenalan jenis. Untuk Mamalia menggunakan buku dari Legakul dan McNeely, 1989; Payne *et al.*, 2000; van Strein, 1983, dan Supriatna, J., E.H. Wahyono. 2000. Sementara untuk jenis-jenis burung menggunakan buku panduan lapangan pengenalan jenis burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (McKinnon *et al.*, 2000).

Laju keberhasilan jebakan (*capture rate*) satwa liar yang menggunakan bak air dihitung dengan rumus $CR = ni/\sum TN$, dimana CR adalah laju jebakan, ni adalah jumlah video independen jenis ke-i dan $\sum TN$ adalah *trap night total*. Sedangkan indeks kelimpahan relatif dengan rumus $RAI_i = ni/\sum TN \times 100$, dimana RAI_i adalah *relative abundance indeks* (indeks kelimpahan relatif per 100 *trap night*), ni adalah jumlah video independen jenis ke-i dan $\sum TN$ adalah *trap night total* (Kawanishi & Sunquist, 2003; O'Brien *et al.*, 2003 dalam Subagyo, 2013).

Video independen adalah video yang terekam secara berurutan pada satu file dalam satu memory card yang telah disaring berdasarkan waktu. Video dikatakan independen apabila; (1) video dari jenis yang berbeda atau individu yang berbeda pada satu memory card, (2) video berurutan dari individu yang sama (jenis sama) pada satu file video dengan rentang waktu lebih dari 30 menit atau video berurutan dari individu yang berbeda apabila dapat dibedakan dengan jelas, dan (3) video dari individu yang sama atau jenis yang sama yang tidak berurutan pada satu file memory card (Kelly, 2003; O'Brien *et al.*, 2003 dalam Subagyo, 2013). Satwa liar dikelompokkan berdasarkan sistem taksonomi pada tingkat kelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total hari aktif 4 unit jebakan kamera yang dipasang selama 3 bulan adalah 284 *trap night*. Selama tiga bulan pemasangan jebakan kamera untuk memantau penggunaan bak air oleh satwa liar diperoleh video satwa liar sebanyak 255 video. Satwa liar yang menggunakan bak-bak air minum teridentifikasi berjumlah 23 jenis dan dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan sistem taksonomi pada tingkat kelas, yaitu Mamalia, Aves, dan Reptilia.

Setelah dianalisis, video satwa independen berjumlah 158 atau 61,96% dari total video satwa liar. Dari video hasil jebakan kamera tersebut, teridentifikasi sebanyak 23 jenis satwa liar yang terdiri dari 17 jenis Mamalia (10 famili), 5 jenis Aves (5 famili), dan 1 jenis Reptilia (1 famili).

Kelompok Mamalia mendominasi hasil video jebakan kamera dibandingkan dengan kelompok Aves dan Reptilia. Mamalia juga paling banyak keragaman jenisnya yaitu 17 jenis dan berasal dari 10 Famili. Jenis dengan indeks kerapatan relatif (per 100 *trap night*) tertinggi adalah : (a) Tenggalung malaya (*Viverra zangalunga*) dengan RAI = 12,324, (b) Kijang (*Muntiacus muntjac*) dengan RAI = 8,803, (c) Tapir (*Tapirus indicus*) dengan RAI = 3,873, (d) Sambar (*Cervus unicolor*), (e) Kucing congkok (*Prionailurus bengalensis*), dan Babi hutan (*Sus scrofa*); masing – masing dengan RAI = 2,113 (Gambar 2).

Pada Aves terdapat 5 jenis dan berasal dari 5 Famili dengan indeks kerapatan relatif (per 100 *trap night*) tertinggi adalah ; (a) sempidan biru (*Lophura ignita*) dengan RAI = 7,746, (b) cucak rumbai tungging (*Pycnonotus eutilotus*), delimukan zamrud (*Calcophap indica*), dan bangau stormi (*Ciconia stormi*) dengan RAI = 0,352. Kelompok Reptilia hanya terpantau satu

jenis yaitu biawak (*Varanus salvator*) yang berasal dari famili *Varanidae* dengan indeks kerapatan relatif (per 100 *trap night*) adalah RAI = 0.704.

Satu jenis yang paling melimpah (RAI=12,324) dan ditemukan pada semua lokasi adalah tenggalung malaya (*Viverra zangalunga*), sedangkan beberapa jenis kelimpahannya sangat kecil (RAI=0,352) antara lain berang – berang (*Aonyx cinerea*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), landak (*Hystrix brachyura*), martin (*Martes flavigula*) dan bangau storm (*Ciconia stormi*) (Tabel 1). Penggunaan bak air oleh 17 jenis Mamalia dan berbagai jenis Aves serta Reptile ini menunjukkan bahwa penyediaan air minum bagi satwa liar di TNWK khususnya di saat musim kemarau sangat diperlukan dan bermanfaat. Berdasarkan pemantauan dengan menggunakan jebakan kamera sejak tahun 1995 di 12 resort dalam kawasan taman nasional, terpantau setidaknya terdapat 38 jenis Mamalia (Yunus dkk, 2016). Dengan jumlah lokasi penyediaan air yang dipantau hanya pada 4 titik di 2 resort, dan telah didatangi oleh 17 jenis Mamalia dalam kurun waktu hanya 3 (tiga) bulan telah menjadi bukti bahwa kegiatan ini perlu dan penting untuk dilanjutkan bahkan diperluas.

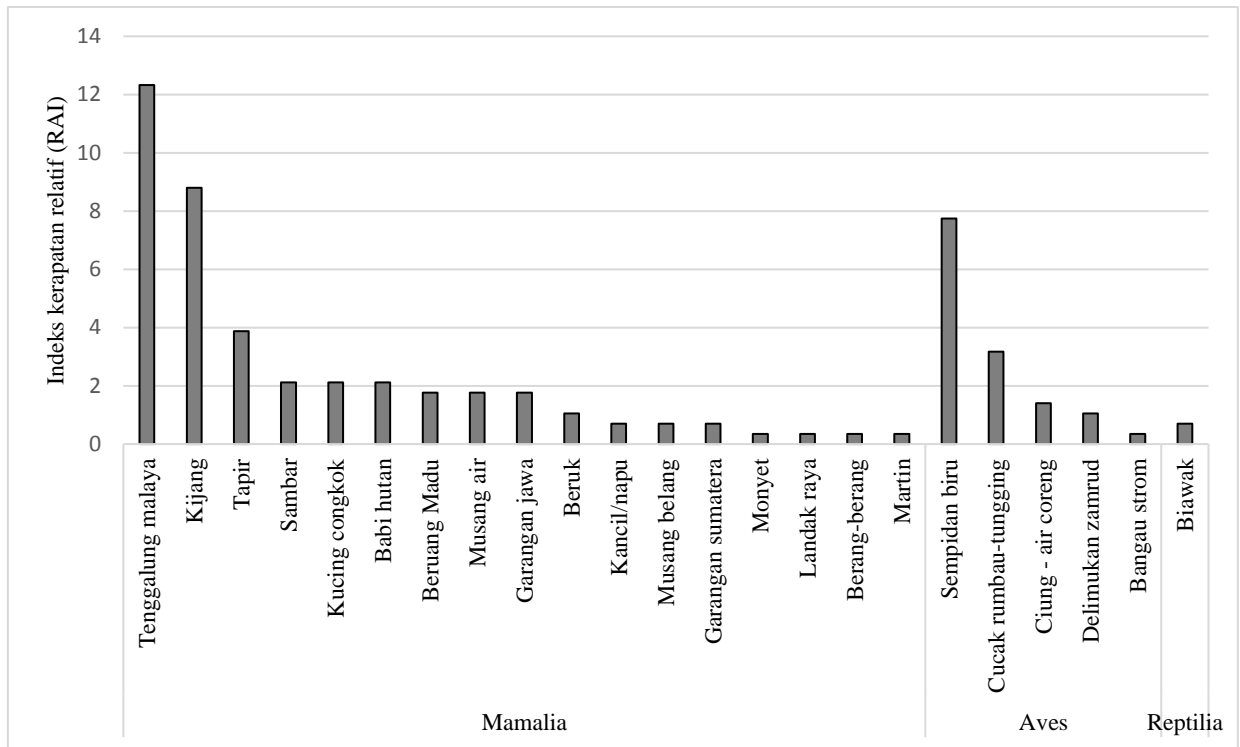
Selama melakukan pemasangan bak air untuk air minum satwa liar di musim kemarau sejak tahun 1997, kami juga mencatat bahwa bak air ini juga pernah didatangi oleh mamalia besar langka lainnya seperti harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) dan badak sumatera (*Dicerorhinus sumatranus*) akan tetapi pada tahun 2018 kedua jenis langka tersebut tidak terpantau menggunakan bak air yang dipasang. Mamalia besar yang terpantau pada periode ini adalah tapir dan beruang madu.

Tabel 1. Satwa liar hasil jebakan kamera di lokasi bak air periode bulan September – November 2018.

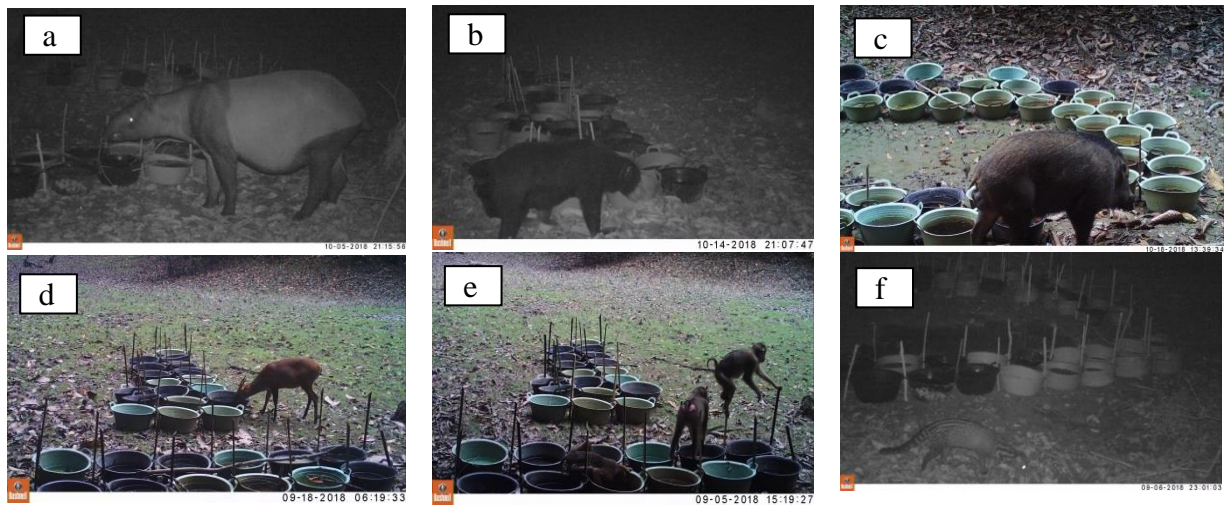
Kelas/Famili	Nama Indonesia	Nama Ilmiah	N	IV	CR	RAI
<u>Mamalia</u>						
<i>Cercopithecidae</i>	Beruk	<i>Macaca nemestrina</i>	10	3	0.0106	1.056
	Monyet	<i>Macaca fascicularis</i>	2	1	0.0035	0.352
<i>Cervidae</i>	Kijang	<i>Muntiacus muntjak</i>	35	25	0.0880	8.803
	Sambar	<i>Cervus unicolor</i>	26	6	0.0211	2.113
<i>Felidae</i>	Kucing congkok	<i>Prionailurus bengalensis</i>	8	6	0.0211	2.113
<i>Hystriidae</i>	Landak raya	<i>Hystrix brachyura</i>	2	1	0.0035	0.352
<i>Mustelidae</i>	Garangan jawa	<i>Herpestes javanicus</i>	7	5	0.0176	1.761
	Garangan sumatera	<i>Herpestes semitorquatus</i>	2	2	0.0070	0.704
	Berang - belang	<i>Aonyx cinerea</i>	3	1	0.0035	0.352
<i>Suidae</i>	Babi hutan	<i>Sus scrofa</i>	13	6	0.0211	2.113
<i>Tapiridae</i>	Tapir	<i>Tapirus indicus</i>	38	11	0.0387	3.873
<i>Tragulidae</i>	Kancil/napu	<i>Tragulus sp</i>	2	2	0.0070	0.704
<i>Ursidae</i>	Beruang madu	<i>Helarctos malayanus</i>	8	5	0.0176	1.761
<i>Viverridae</i>	Tenggalung malaya	<i>Viverra zangalla</i>	38	35	0.1232	12.324
	Musang air	<i>Cynogale bennetti</i>	5	5	0.0176	1.761
	Musang belang	<i>Hemigalus derbyanus</i>	2	2	0.0070	0.704
	Martin	<i>Martes flavigula</i>	1	1	0.0035	0.352
Total Mamalia	10 famili	17 spp				
<u>Aves</u>						
<i>Ciconiidae</i>	Bangau storm	<i>Ciconia stormi</i>	2	1	0.0035	0.352
<i>Columbidae</i>	Delimukan zamrud	<i>Calcophap indica</i>	3	3	0.0106	1.056
<i>Phasianidae</i>	Sempidan biru	<i>Lophura ignita</i>	32	22	0.0775	7.746
<i>Pycnonotidae</i>	Cucak rumbai-tungging	<i>Pycnonotus eutilotus</i>	10	9	0.0317	3.169
<i>Timaliidae</i>	Ciung -air coreng	<i>Macronous gularis</i>	4	4	0.0141	1.408
Total Aves	5 famili	5 spp				
<u>Reptilia</u>						
<i>Varanidae</i>	Biawak	<i>Varanus salvator</i>	2	2	0.0070	0.704
Total Reptilia	1 famili	1 sp				
Total video (N)			255	158		
Total trap night (TN)			284			

Keterangan:

ni = jumlah video jenis ke-i, IVi= video independen jenis ke-i, CR= Capture rate, RAI = relative abundance indeks jenis ke-i (IVi/TN*100 trap night)



Gambar 2. Grafik perbandingan kelimpahan relative (RAI) jenis antara kelompok Mamalia, Aves dan Reptilia yang menggunakan bak air (September – November 2018)



Gambar 3. Beberapa jenis satwa liar hasil jebakan kamera di lokasi bak air periode bulan September – November 2018 (a) tapir; (b) beruang madu; (c) babi hutan; (d) kijang; (e) beruk; (f) tenggalung malaya

KESIMPULAN

Musim kemarau menyebabkan rawa dan sungai di TNWK mengalami kekeringan, hal ini berdampak terhadap kebutuhan air oleh satwa. Penyediaan air menggunakan bak penampungan menjadi salah satu solusi untuk membantu memenuhi kebutuhan air bagi satwa. Empat unit jebakan kamera yang dipasang selama 3 bulan (September-November 2018) disekitar instalasi bak air berhasil merekam 23 jenis satwa yang memanfaatkan air yang disediakan pada bak penampungan tersebut, yang terdiri dari 17 jenis mamalia, 5 jenis aves dan 1 jenis reptilia. Lima spesies dengan video terbanyak adalah tenggalung malaya (*Viverra zangalla*) (n = 35), kijang (*Muntiacus muntjak*) (n = 25), burung sempidan biru (*Lophura ignita*) (n = 22), tapir (*Tapirus indicus*) (n = 11) dan burung cucak rumbai-tunggging (*Pycnonotus eutilotus*) (n = 9).

SARAN

Sebaran, jumlah serta cakupan kegiatan pemasangan bak air ini perlu diperluas. Akan sangat baik jika setiap resort juga melaksanakan kegiatan pemasangan bak air untuk minum satwa liar di musim kemarau.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak kepala Balai Taman Nasional Way Kambas dan seluruh staf, atas izin dan dukungan yang diberikan terhadap kegiatan ini. Terima kasih yang sedalam-dalamnya juga kami sampaikan kepada TFCA-Sumatera dan STT yang telah mendanai kegiatan ini. Tidak lupa terima kasih sampaikan kepada SRS Way Kambas yang telah memberikan izin mengambil air sumur untuk pengisian bak.

REFERENSI

- Kawanishi, K and M.E. Sunquist. 2003. Conservation status of tiger in Peninsular Malaysia. *Biological Conservation* 120:329-344
- Kelly, M.J., A.J. Noss, M.S. Dibatetti, L. Maffei, R.L. Arispe, A. Paviolo, C.D. DeAngelo & Y. E. DiBlanco. 2003. Estimating puma densities from camera trapping across three study site: Bolivia, Argentina and Belize. *Journal of Mammalogy* 89 (2):408-418
- Lekagul, B. & J.A. McNeely. 1988. *Mammals of Thailand*. Dharashunta Press. Thailand.
- MacKinnon, J., K. Phillipps and B. van Ballen. 2000. *Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (Termasuk Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam)*. Puslibang Biologi LIPI. Bogor.
- Ministry of Forestry, Directorate General of Forest Protection and Nature Conservation, 1995. *Way Kambas National Park Management Plant 1994-2019*. Volume I World Bank Loan No. 3423-IND. Bogor.
- Payne, J., C.M. Francis, K. Phillipps and S.N. Kartikasari. 2000. *Panduan lapangan mamalia di Kalimantan, Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam*. The Sabah Society dan Wildlife Conservation Society bekerjasama dengan WWF Malaysia. Jakarta.
- [PKHS] Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera. 2015. Pembaruan Data (*Updating Data*) Populasi Harimau Sumatera Di Taman Nasional Way Kambas (2013 – 2014). *Laporan Tahunan*. Tidak Dipublikasikan

- [PKHS] Penyelamatan dan Konservasi Harimau Sumatera. 2016. Survei Dan Pemantauan Satwa Liar Di Taman Nasional Way Kambas, Lampung. Laporan Khusus. Tidak Dipublikasikan
- Subagyo, A., 2013. Survei dan Monitoring Kucing Liar (*Carnivora: Felidae*) di Taman Nasional Way Kambas, Lampung, Indonesia. *Seminar Nasional Sains & Teknologi V*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung, Lampung.
- Supriatna, J., E.H. Wahyono. 2000. *Panduan Lapangan Primata Indonesia*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- van Strein, N.J. 1989. A field guide to the tracks of mammals of western Indonesia. School of Environmental Conservation Management. Ciawi. Indonesia.
- Yunus, M., Alim N., Sumianto, Subagyo, A. 2016. Keragaman Dan Distribusi Mamalia Di Taman Nasional Way Kambas Sumatra Indonesia. *Prosiding SN SMIAP IV Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung*. 26-27 Oktober 2016
- Yunus, M. Santoso, Hisan. 2008. Mamalia Taman Nasional Bukit Tigapuluh: Keberadaan, Distribusi Dan Ancamannya. *Jurnal Penelitian XVII (1):11-17*. Universitas Riau. Juni 2008
- Yunus M., Sumianto, Alim, N., Santoso. 2016. Harimau Sumatra Liar. *SN SMIAP IV Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung*. 26-27 Oktober 2016.
- Yunus, M. 1997. Pengaruh Kemarau Dan Kebakaran Hutan Di Taman Nasional Way Kambas Serta Upaya Penanggulangannya. Laporan project. Tidak dipublikasikan

Jenis Tanaman Penyusun Tegakan sebagai Sumber Pangan di Areal Garapan Petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman

Indriyanto ¹⁾, Ceng Asmarahman ²⁾
^{1,2)}Universitas Lampung

Email: indriyanto.1962@fp.unila.ac.id; ceng_ipk@yahoo.co.id

ABSTRACT

There are so many species of woody plants can be used as food-producing for human being. The application of agroforestry techniques by planting a mixture of woody plants with agricultural plants can form the forest garden plants as food-producing. This research intends to analyze the woody plant species composition, dominant woody plant species, and food-producing plants proportion on cultivated area of KPPH Sumber Agung, Wan Abdul Rachman Grand Forest Park. This research was conducted using vegetation survey analysis on 471 ha cultivated area of KPPH Sumber Agung, Wan Abdul Rachman Grand Forest Park. The observation plots were determined by systematic sampling with intensities of 1% using line quadrat method, distributed into 118 sampling plots. The research found 47 woody plant species which are dominated by durian, cacao, rubber tree, coffee plant, and melinjo. The group of food-producing plant has greater proportion of species than Non-food-producing plant, about 55.3% : 44.7%. The group of food-producing plant also has greater proportion of density than Non-food-producing plant, about 77.3% : 22.7%. The plant-based food commodities are produced in the form of fruits, seeds, leaves, sugar palm saps, and bamboo shoots. Food-producing plant mostly from a group of fruit trees, about 19 species or 38.3% of all plants. Based on species composition of standing vegetation, cultivated area of KPPH Sumber Agung on Wan Abdul Rachman Grand Forest Park is potentially as food-producing area.

Keyword: agroforestry, woody plant species, food producing

PENDAHULUAN

Gabungan KPPH (kelompok pengelola dan pelestari hutan) Sumber Agung merupakan gabungan kelompok tani hutan yang terbentuk pada tahun 1998. Gabungan KPPH Sumber Agung terdiri atas 6 KPPH, yaitu KPPH Tanjung Manis, KPPH Suka Wera, KPPH Umbul Kadu, KPPH Pemanar, KPPH Mata Air, dan KPPH Cirate. Kelompok tani hutan dibentuk untuk memudahkan dalam pembinaan para petani perambah yang sudah sejak lama menggarap lahan dalam kawasan hutan register 19. Ketika register 19 masih berstatus sebagai kawasan hutan lindung, para perambah tersebut mengusulkan izin HKm (hutan

kemasyarakatan). Pada tahun 1999 izin usaha pemanfaatan HKm (IUPHKm) untuk KPPH Sumber Agung diberikan oleh Menteri Kehutanan dan hal ini merupakan IUPHKm yang pertama kali di Lampung (Sanudin *et al.*, 2016). Setelah lima tahun IUPHKm berlangsung, IUPHKm Gabungan KPPH Sumber Agung tidak bisa diperpanjang karena status kawasan hutannya berubah menjadi Tahura (Taman Hutan Raya) Wan Abdul Rachman. Namun demikian, para petani tersebut tetap diperbolehkan mengelola hutan di areal garapannya sepanjang tetap menjaga fungsi utama Tahura.

Tahura Wan Abdul Rachman merupakan salah satu jenis kawasan hutan konservasi. Luas tahura tersebut adalah 22.245,50 ha (UPTD Tahura Wan Abdul Rachman, 2017). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 28 Tahun 2011, bahwa salah satu pemanfaatan taman hutan raya adalah pemanfaatan tradisional oleh masyarakat setempat misalnya berupa kegiatan pemungutan hasil hutan nir-kayu dan budidaya tradisional. Dengan demikian, masyarakat yang secara turun temurun hidupnya bergantung kepada kawasan hutan sudah seharusnya mendapat akses untuk berpartisipasi mengelola hutan seperti petani Gabungan KPPH Sumber Agung.

Luas areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung adalah 471 ha (Gabungan KPPH Sumber Agung, 2018). Petani tersebut dianjurkan oleh pemerintah untuk menanam golongan tanaman kayu yang memiliki banyak manfaat serta menerapkan teknik agroforestri dalam mewujudkan pengelolaan hutan secara lestari di areal garapannya (Indriyanto *et al.*, 2001). Golongan tanaman kayu yang memiliki banyak manfaat disebut dengan golongan tanaman *multi purpose trees species* atau MPTS (Nair, 1993). Tanaman MPTS yaitu tanaman kayu yang bersifat multiguna karena bermanfaat dari segi ekologi maupun dari segi ekonomi, serta menghasilkan komoditas kayu dan nir-kayu, sehingga petani penggarap bisa memanfaatkan komoditas nir-kayu dari tanaman MPTS yang ditanam tanpa melakukan penebangan pohon. Dengan demikian, terdapat dua golongan komoditas nir-kayu yang dihasilkan dari penerapan teknik agroforestri dalam kawasan hutan, yaitu golongan hasil hutan nir-kayu dan golongan hasil pertanian nir-kayu.

Penanaman tanaman MPTS secara polikultur dimaksudkan agar tegakan hutan dapat menghasilkan berbagai jenis komoditas nir-kayu, serta membentuk tegakan hutan yang multistrata tajuk. Tegakan hutan multistrata tajuk mempunyai banyak kelebihan, di antaranya resisten terhadap berbagai faktor perusak hutan, berestetika tinggi, berperan lebih baik dalam hal pengawetan air dan hara, serta konservasi biologis (Indriyanto, 2009; Indriyanto, 2010). Adapun berbagai jenis komoditas nir-kayu yang dihasilkan oleh golongan tanaman MPTS di antaranya bisa menjadi sumber pangan, misalnya buah, biji, bunga, dan daun.

Banyak sekali jenis tanaman kayu (*woody plants species*) yang berguna sebagai sumber pangan bagi manusia, misalnya maja, buni, sirsak, nangka, cempedak, gandaria, bisbul, durian, rukam, tangkil, duku, kecap, dan lain sebagainya (Verheij & Coronel, 1997). Budidaya tanaman MPTS yang dilakukan oleh petani dalam kawasan Tahura tentu saja berkaitan langsung dengan upaya pelestarian dan pemanfaatan sumber daya alam hayati. Hal ini disebabkan petani dalam memanfaatkan hasilnya tidak melakukan penebangan pohon, sehingga kelestarian jenis-jenis pohon dapat terjaga secara baik dan menjadi sumber pangan secara berkelanjutan. Bangsawan & Dwiprabowo (2012) mengemukakan bahwa hutan memiliki potensi yang besar dalam memberikan kontribusi penyediaan pangan bagi masyarakat. Dwiprabowo *et al.* (2011) juga mengemukakan bahwa hutan merupakan penyangga sistem kehidupan (*life supporting system*) yang mempunyai kemampuan untuk mendukung penyediaan pangan. Jenis-jenis pohon dan perdu sebagai sumber pangan yang terdapat dalam

kawasan hutan bisa ditingkatkan melalui penerapan teknik agroforestri.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan: untuk mengetahui jenis-jenis tanaman kayu penyusun tegakan, mengetahui jenis tanaman kayu yang dominan, serta mengetahui proporsi golongan tanaman sumber pangan dan nir-pangan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Tahura Wan Abdul Rachman.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian adalah di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung seluas 471 ha dalam kawasan Tahura Wan Abdul Rachman. Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai bulan Juni 2018.

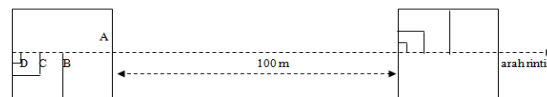
Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk pengambilan data antara lain: tali rafia, meteran rol, meteran pita, haga meter, kompas, GPS, kamera, lembar pengamatan, buku pengenalan jenis pohon, dan alat tulis menulis.

Metode Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan suvai vegetasi hutan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung yang luasnya 471 ha. Pengambilan data dilakukan secara sampling menggunakan metode garis berpetak dengan intensitas sampling 1% berdasar ukuran plot terbesar pada metode ini, sehingga jumlah plot sampel sebanyak 118 buah. Panjang garis dasar (*basic line*) lebih kurang 3.700 m. Plot sampel disusun secara sistematis dengan jarak antarplot sampel dalam satu garis rintis 100 m, sedangkan jarak antargaris rintis 200 m.

Garis rintis dibuat searah dengan gradien ketinggian tempat.



Gambar 1. Desain plot-plot sampel dengan metode garis berpetak (Kusmana, 1997).

Keterangan:

- A= plot berukuran 20 m x 20 m untuk pengamatan tanaman fase pohon dewasa
- B= plot berukuran 10 m x 10 m untuk pengamatan tanaman fase tiang
- C= plot berukuran 5 m x 5 m untuk pengamatan tanaman fase sapihan
- D= plot berukuran 2 m x 2 m untuk pengamatan tanaman fase semai

Data yang dihimpun meliputi nama jenis tanaman penyusun tegakan hutan, tinggi total, diameter batang pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah, dan jumlah individu setiap jenis tanaman. Dalam penelitian ini, jenis tanaman penyusun tegakan hutan dibatasi pada tanaman berhabitus pohon dan perdu. Pohon adalah kelompok tumbuhan kormus berkayu yang pada saat dewasa (masak fisiologis) memiliki ukuran tubuh yang besar dengan tinggi tumbuhan lebih dari 5 meter. Sedangkan perdu adalah kelompok tumbuhan kormus berkayu yang pada saat dewasa berukuran tubuh lebih kecil daripada pohon dengan tinggi tumbuhan 2—5 meter (Indriyanto, 2015).

Pengolahan dan Analisis Data

1. Jenis-jenis Tanaman Penyusun Tegakan

Jenis-jenis tanaman penyusun tegakan yang telah teridentifikasi, kemudian disajikan dalam bentuk tabel berisi nama lokal, nama ilmiahnya, golongan tanaman (tanaman kayu rimba, MPTS rimba, dan MPTS petanian),

serta komoditas sumber pangan yang dihasilkan.

2. Tingkat Dominansi Jenis Tanaman

Tingkat dominansi jenis tanaman diketahui dengan analisis Indeks Nilai Penting atau INP (Indriyanto, 2018) dengan rumus-rumus sebagai berikut.

$$INP = KR + FR + CR$$

- a. Kerapatan (K) = $\frac{\text{jumlah individu}}{\text{luas seluruh plot sampel}}$
- b. Kerapatan relatif (KR) = $\frac{\text{kerapatan suatu jenis}}{\text{kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$
- c. Frekuensi (F) = $\frac{\text{jumlah plot sampel ditemukannya suatu jenis}}{\text{jumlah seluruh plot sampel}}$
- d. Frekuensi relatif (FR) = $\frac{\text{frekuensi suatu jenis}}{\text{frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$
- e. Luas penutupan (C) = $\frac{\text{luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{luas seluruh plot sampel}}$
- f. Luas penutupan relatif (CR) = $\frac{\text{luas penutupan suatu jenis}}{\text{luas penutupan seluruh jenis}} \times 100\%$

Tingkat dominansi ditentukan dengan membuat interval kelas dominansi menggunakan rumus sebagai berikut (Indriyanto, 2018).

$$\text{Interval kelas dominansi (I)} = \frac{INP_{\text{tertinggi}} - INP_{\text{terendah}}}{3}$$

- a. Dominan (dominansi tinggi), jika $INP > (INP_{\text{terendah}} + 2I)$

- b. Domiansi sedang, jika $(INP_{\text{terendah}} + I) \leq INP < (INP_{\text{terendah}} + 2I)$
- c. Tidak dominan (dominansi rendah), jika $INP < (INP_{\text{terendah}} + I)$

3. Proporsi Golongan Tanaman

Proporsi golongan tanaman sumber pangan dan nir-pangan maupun golongan tanaman kayu-rimba, tanaman MPTS rimba, dan tanaman MPTS pertanian dianalisis persentase jumlah jenis dan persentase kerapatannya, kemudian disajikan dalam bentuk gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Tanaman penyusun tegakan kebun hutan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung telah teridentifikasi dan berjumlah 47 jenis (lihat Tabel 1).

Berdasarkan indeks nilai penting (INP), terdapat 5 jenis tanaman dominan di antara 47 jenis tanaman yang disajikan pada Tabel 2. Jumlah jenis tanaman sumber pangan ada sebanyak 26 jenis (55,3%), sedangkan tanaman sumber nir-pangan ada sebanyak 21 jenis (44,7%) yang disajikan pada Tabel 3. Adapun kerapatan tanaman sumber pangan sebesar 659,9 individu/ha, sedangkan tanaman sumber nir-pangan sebesar 194,1 individu/ha (dapat dilihat pada Tabel 4).

Tabel 1. Jenis-jenis tanaman penyusun tegakan kebun hutan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumberagung dalam Tahura Wan Abdul Rachman, serta komoditas sumber pangan yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat

No.	Jenis tanaman		Golongan tanaman	Komoditas sumber pangan
	Nama lokal	Nama ilmiah		
1.	Alpoket	<i>Persea americana</i> Mill.	MPTS pertanian	Buah
2.	Aren	<i>Arenga pinnata</i> Merr.	MPTS rimba	Buah, nira

3.	Asam jawa	<i>Tamarindus indica</i> L.	MPTS rimba	Buah
4.	Bambu apus	<i>Gigantochloa apus</i> Kurz.	MPTS rimba	
5.	Bambu betung	<i>Dendrocalamus asper</i> Back. ex Heyne	MPTS rimba	Rebung
6.	Bambu hitam	<i>Gigantochloa atroviolacea</i> W.	MPTS rimba	
7.	Bayur	<i>Pterospermum javanicum</i> Jungh.	Kayu rimba	
8.	Bisoro	<i>Ficus hispida</i> L.	Kayu rimba	
9.	Cengkeh	<i>Eugenia aromatica</i> O.K.	MPTS pertanian	
10.	Dadap srep	<i>Erythrina lithosperma</i> Miq.	MPTS rimba	
11.	Duku	<i>Lansium domesticum</i> Correa	MPTS rimba	Buah
12.	Durian	<i>Durio zibethinus</i> Murr.	MPTS rimba	Buah
13.	Gamal	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Kayu rimba	
14.	Gintung	<i>Bischofia javanica</i> Bl.	Kayu rimba	
15.	Jambu air	<i>Eugenia aquea</i> Burm.	MPTS pertanian	Buah
16.	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i> L.	MPTS pertanian	Buah
17.	Jambu dersana	<i>Eugenia malaccensis</i> L.	MPTS rimba	Buah
18.	Jengkol	<i>Pithecellobium lobatum</i> Benth.	MPTS rimba	Buah
19.	Kakao	<i>Theobroma cacao</i> L.	MPTS pertanian	Biji
20.	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i> M.A.	MPTS rimba	
21.	Kayu manis	<i>Cinnamomun zeylanicum</i> Bl.	MPTS rimba	
22.	Kecapi	<i>Sandoricum koetjape</i> Merr.	MPTS rimba	Buah
23.	Kecrutan	<i>Spathodea campanulata</i> P.B.	Kayu rimba	
24.	Kelampayan	<i>Anthocephalus cadamba</i> Miq.	Kayu rimba	
25.	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i> L.	MPTS rimba	Buah
26.	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.	MPTS rimba	Biji
27.	Kesambi	<i>Schleichera oleosa</i> Merr.	MPTS rimba	buah, daun
28.	Ketupak	<i>Baccaurea dulcis</i> Muell.	MPTS rimba	Buah
29.	Kopi	<i>Coffea robusta</i> Lind.	MPTS pertanian	Biji
30.	Kulut	<i>Ganophyllum falcatum</i> Bl.	MPTS rimba	Buah
31.	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i> L.	MPTS rimba	Buah
32.	Menggeris	<i>Koompassia malaccensis</i> Maing.	Kayu rimba	
33.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.	MPTS rimba	Buah
34.	Pala	<i>Myristica fragrans</i> Hout.	MPTS rimba	Buah
35.	Petai	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.	MPTS rimba	Buah
36.	Picung	<i>Pangium edule</i> Reinw. ex Bl.	MPTS rimba	
37.	Pinang sirih	<i>Areca catechu</i> L.	MPTS rimba	
38.	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i> R. Br.	MPTS rimba	
39.	Randu	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	MPTS rimba	
40.	Rukam	<i>Flacourtia rukam</i> Zoll. et Moritzi	MPTS rimba	Buah

41.	Salam	<i>Eugenia polyantha</i> Wight.	MPTS rimba	
42.	Sirsak	<i>Anona muricata</i> L.	MPTS rimba	Buah
43.	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i> Roxb.	Kayu rimba	
44.	Tangkil	<i>Gnetum gnemon</i> L.	MPTS rimba	buah, daun
45.	Waru gunung	<i>Hibiscus abelmoscus</i> L.	Kayu rimba	
46.	Weru	<i>Albizia procera</i> Benth.	Kayu rimba	
47.	Wuni	<i>Antidesma bunius</i> (L.) Sprengel	MPTS rimba	Buah

Tabel 2. Jenis-jenis tanaman yang dominan pada tegakan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Tahura Wan Abdul Rachman

No.	Jenis tanaman	INP (%)	Kerapatan (individu/ha)	Frekuensi
1.	Durian	27,51	60,8	1,00 t
2.	Kakao	26,04	129,7	0,59 s
3.	Karet	22,77	55,7	1,00 t
4.	Kopi	29,02	128,0	0,47 s
5.	Tangkil	26,17	54,2	1,00 t

Keterangan:

- a. Dominan (dominansi tinggi), yaitu $INP > 18,48$
- b. Dominansi sedang, yaitu $INP 9,45—18,48$
- c. Tidak dominan (dominansi rendah), yaitu $INP < 9,45$
- d. Frekuensi tinggi (t), yaitu $F > 0,67$
- e. Frekuensi sedang (s), yaitu $F 0,33—0,67$
- f. Frekuensi rendah (r), yaitu $F < 0,33$

Tabel 3. Jumlah jenis tanaman sumber pangan dan sumber nir-pangan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Tahura Wan Abdul Rachman

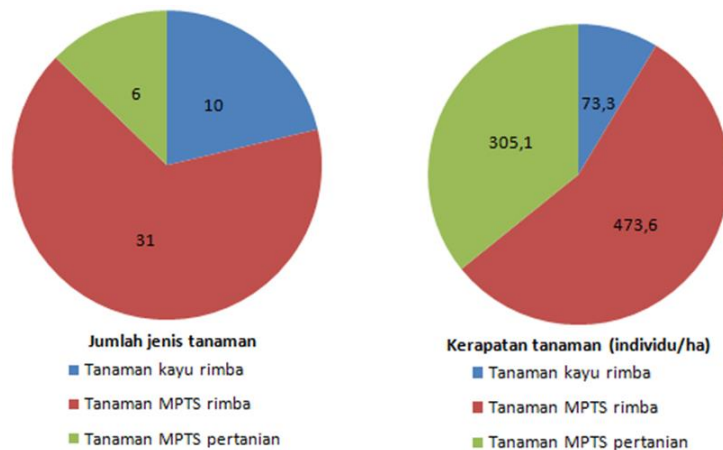
No.	Kelompok jenis tanaman sumber pangan atau nir-pangan	Jumlah jenis tanaman	Persentase jumlah jenis tanaman (%)
1.	Tanaman sumber pangan	26	55,3
	a. Tanaman penghasil buah	19	40,5
	b. Tanaman penghasil buah dan nira	1	2,1
	c. Tanaman penghasil buah dan daun	2	4,2
	d. Tanaman penghasil biji	3	6,4
	e. Tanaman penghasil rebung	1	2,1
2.	Tanaman sumber nir-pangan	21	44,7
Jumlah seluruh jenis tanaman penyusun tegakan		47	100,0

Tabel 4. Kerapatan tanaman sumber pangan dan tanaman sumber nir-pangan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Tahura Wan Abdul Rachman

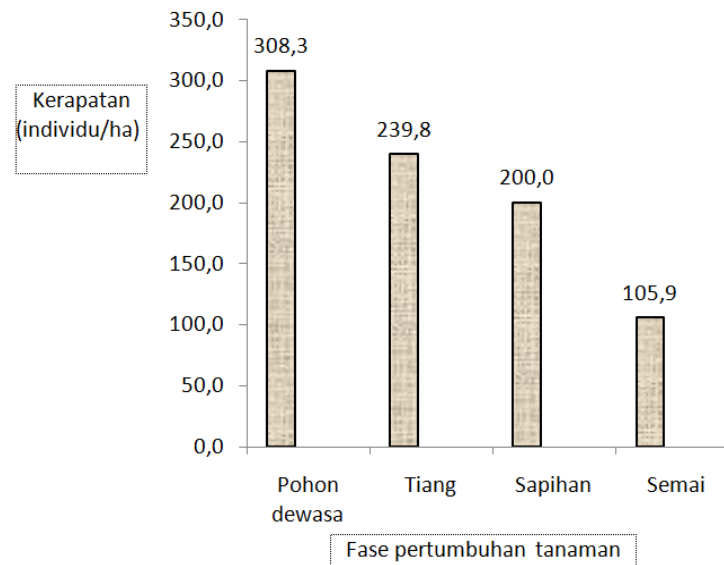
No.	Kelompok jenis tanaman	Kerapatan tanaman (individu/ha)	Persentase kerapatan tanaman (%)
1.	Tanaman sumber pangan	659,9	77,3
2.	Tanaman sumber nir-pangan	194,1	22,7
Jumlah		854,0	100,0

Jenis-jenis tanaman tersebut terdiri atas tiga golongan, yaitu golongan tanaman kayu rimba, golongan tanaman MPTS rimba, dan golongan tanaman MPTS pertanian. Jumlah jenis dan kerapatan tanaman untuk masing-masing golongan yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan kerapatan tanaman penyusun tegakan, tegakan tersebut mempunyai struktur kerapatan setiap fase pertumbuhan sebagaimana disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 2. Jumlah jenis tanaman dan kerapatan tanaman golongan tanaman kayu rimba, tanaman MPTS rimba, dan tanaman MPTS pertanian di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Tahura Wan Abdul Rachman



Gambar 3. Kerapatan komponen penyusun tegakan berdasarkan kerapatan setiap kelompok fase pertumbuhan tanaman

B. Pembahasan

Jumlah jenis tanaman penyusun tegakan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung termasuk cukup banyak, yaitu 47 jenis tanaman kayu. Berdasarkan indeks nilai penting (INP), dari 47 jenis tanaman kayu tersebut terdapat 5 jenis tanaman yang dominan, yaitu durian, kakao, karet, kopi, dan tangkil. Hal ini mengindikasikan dan patut diduga bahwa 5 jenis tanaman tersebut menjadi tanaman yang paling disukai oleh petani, sekaligus menjadi tanaman unggulan mereka. Tiga jenis tanaman di antaranya memiliki frekuensi yang tinggi ($F= 1,00$), yaitu durian, karet, dan tangkil yang artinya bahwa penyebaran ketiga jenis tanaman ini sangat luas, hal ini juga berarti mengindikasikan bahwa ketiga jenis tanaman ini selalu ada di setiap areal garapan petani. Dua jenis tanaman lainnya yang memiliki frekuensi (F) tinggi, akan tetapi tingkat dominansinya sedang adalah alpoket dengan $F= 0,81$ dan kemiri dengan $F= 0,88$. Berdasarkan nilai frekuensi

tersebut, maka luas areal keberadaan tanaman alpoket sekitar 81 % dari seluruh luas areal garapan petani, sedangkan luas areal keberadaan tanaman kemiri sekitar 88 % dari seluruh luas areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung.

Berdasarkan atas jenis-jenis tanaman yang teridentifikasi dapat dikemukakan bahwa tegakan di areal garapan petani Gabungan KPPH Sumber Agung berpotensi sebagai sumber pangan. Hal tersebut terlihat dari banyaknya jenis tanaman penyusun tegakan yang terdiri atas golongan tanaman penghasil komoditas pangan seperti durian, duku, kecapi, rukam, manggis, dan lain-lain. Telah diketahui bahwa buah durian merupakan buah yang menjadi kesukaan semua kalangan masyarakat, sehingga dijuluki *king of fruit* (Sunarjono, 1999). Bahkan di area garapan petani tersebut terdapat tanaman aren yang bisa menghasilkan buah kolang-kaling dan nira yang mempunyai banyak manfaat. Nira aren merupakan bahan baku untuk gula aren, baik

gula cetak, gula kristal, maupun gula tepung (gula semut). Kolang-kaling dapat dimanfaatkan untuk manisan, campuran minuman es, dan untuk kolak (Soeseno, 1992). Pada tegakan tersebut juga terdapat tanaman bambu betung yang bisa menghasilkan rebung. Rebung bambu dapat dimanfaatkan untuk sayuran dengan cita rasa yang enak, serta mengandung nutrisi yang baik untuk kesehatan (Nofriati & Ratima, 2019). Selain itu, juga terdapat tanaman pala yang bisa menghasilkan buah untuk berbagai kebutuhan hidup manusia karena buahnya bisa untuk manisan, biji untuk bumbu masak, biji dan fulinya juga bisa dibuat minyak pala (Hadad *et al.*, 2006).

Jumlah seluruh jenis tanaman sumber pangan di areal garapan petani adalah cukup banyak karena mencapai 55,3 % dari seluruh jenis tanaman penyusun tegakan. Tanaman penghasil buah-buahan paling banyak jumlah jenisnya dibandingkan dengan tanaman penghasil pangan lainnya, yaitu 40,5 % dari jumlah seluruh jenis tanaman penyusun tegakan. Hal ini merupakan potensi jenis yang diharapkan dapat memberikan kontribusi gizi dan kontribusi pendapatan bagi petani serta bagi masyarakat secara umum.

Berdasarkan atas golongan tanaman yang menyusun tegakan, tampak bahwa budidaya secara polikultur telah menjadi cara budidaya yang dapat diterapkan oleh petani dalam kawasan hutan. Cara budidaya tanaman tersebut merupakan penerapan teknik agroforestri yang dapat mewujudkan hutan berupa tegakan kebun hutan (*forest garden*). Hutan yang tegakannya berupa kebun hutan di dalam kawasan pelestarian alam tidak boleh atau dilarang dipanen kayunya. Akan tetapi, hasil nir-kayu dalam kawasan hutan tersebut boleh dipanen oleh petani. Dengan demikian, diharapkan bahwa

areal dalam kawasan pelestarian alam yang dikelola petani selalu tertutup vegetasi permanen berupa hutan, sehingga fungsi konservasi dapat berjalan dengan baik.

Kebun hutan dalam kawasan hutan dapat menghasilkan dua kelompok hasil nir-kayu, yaitu hasil hutan nir-kayu dan hasil pertanian nir-kayu. Hasil hutan nir-kayu (hasil hutan bukan kayu), yaitu hasil hutan yang diperoleh dari tanaman MPTS rimba, misalnya kolang-kaling dan nira aren, rebung bambu, buah kecapi, biji kemiri, buah durian, buah manggis, buah dan daun kesambi, dan lain-lain. Hasil pertanian nir-kayu (hasil pertanian bukan kayu), yaitu hasil pertanian yang diperoleh dari tanaman MPTS pertanian, misalnya biji kopi, biji kakao, bunga cengkeh, buah alpokat, buah jambu biji, dan lain-lain.

Keberadaan tanaman MPTS lebih banyak dibandingkan dengan tanaman kayu rimba (lihat Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa hutan yang dibangun oleh petani berpotensi sebagai penghasil nir-kayu, termasuk sebagai penghasil bahan pangan. Memang, jika dilihat dari proporsi antara tanaman MPTS dengan tanaman kayu rimba tersebut berbeda jauh dari ketentuan dalam Peraturan Menteri Kehutanan No. P.70/Menhut-II/2008 tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan yang menyatakan bahwa komposisi tanaman reboisasi dalam kawasan konservasi minimum 90% merupakan tanaman kayu-kayuan dan maksimum 10% merupakan tanaman MPTS. Akan tetapi, keberadaan tanaman kayu rimba di areal garapan petani setidaknya-tidaknyanya merupakan wujud upaya petani dalam melestarikan jenis tanaman kayu rimba.

Berdasarkan atas kerapatan tanaman setiap fase pertumbuhan, menunjukkan bahwa tegakan kebun hutan di areal garapan

petani Gabungan KPPH Sumber Agung didominasi oleh fase pohon dewasa (lihat Gambar 3) yang menggambarkan juga banyaknya tanaman fase reproduktif. Di masa yang akan datang, banyaknya tanaman fase reproduktif akan mengalami penambahan seiring dengan umur tegakan. Struktur kerapatan tegakan kebun hutan tersebut terjadi karena proses penanaman tanaman tidak dilakukan serentak dalam waktu tertentu saja, tetapi dilakukan secara bertahap yang kebanyakan dimulai pada tahun 1998. Kemudian pada tahun-tahun berikutnya, petani secara berangsur-angsur melakukan penanaman susulan pada ruang tumbuh yang masih kosong. Meskipun demikian, pada prinsipnya kegiatan penanaman yang dilakukan oleh petani sangat bermanfaat dalam mewujudkan kelestarian hutan. Sebagaimana kelestarian tembawang, suatu kebun hutan (*forest garden*) di Kalimantan bisa terwujud karena masyarakat Dayak melakukan penanaman pengayaan pohon buah-buahan secara agroforestri dengan pohon-pohon hutan, sehingga tumbuhan sumber pangan menjadi lebih banyak (Sumarlin *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Hutan yang dibangun oleh petani Gabungan KPPH Sumber Agung dalam Tahura Wan Abdul Rachman merupakan hasil penerapan teknik agroforestri dengan menanam tanaman kehutanan dengan tanaman kehutanan pertanian, sehingga membentuk tegakan kebun hutan (*forest garden stand*) yang didominasi oleh tanaman durian, kakao, karet, kopi, dan tangkil dari 47 jenis tanaman kehutanan penyusun tegakan. Komponen penyusun tegakan kebun hutan tersebut terdiri atas tanaman kayu rimba, tanaman MPTS rimba, dan tanaman MPTS pertanian, sehingga bisa

menghasilkan hasil hutan nir-kayu dan hasil pertanian nir-kayu yang bisa dimanfaatkan oleh petani. Di antara hasil nir-kayu tersebut berpotensi sebagai sumber pangan.

Tanaman sumber pangan memiliki jumlah jenis maupun kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman sumber nir-pangan. Komoditas sumber pangan yang dihasilkan bervariasi jenisnya, antara lain buah-buahan, biji, daun, nira, dan rebung. Tanaman sumber pangan yang paling banyak adalah tanaman penghasil buah-buahan dengan jumlah jenis 40,5 % dari seluruh jenis tanaman penyusun tegakan.

REFERENSI

- Bangsawan, I. dan Dwiprabowo, H. 2012. Hutan sebagai penghasil pangan untuk ketahanan pangan masyarakat: studi kasus di Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 9(4): 185-197.
- Dwiprabowo, H., Effendi, R., Hakim, I., dan Bangsawan, I. 2011. Kontribusi kawasan hutan dalam menunjang ketahanan pangan: studi kasus Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 8(1): 47-61.
- Gabungan KPPH Sumber Agung. 2018. *Profil Kelompok Tani Hutan*. Gabungan KPPH Sumber Agung. Bandar Lampung.
- Hahad, M. E. A., Randriani, E., Firman, A., dan Sugandi, T. 2006. *Budidaya Tanaman Pala*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Parungkuda.
- Indriyanto, Bintoro, A., dan Yuwono. 2001. Identifikasi sistem budidaya dan komposisi jenis tumbuhan di areal hutan kemasyarakatan Register 19 Gunung Betung, Lampung. *Prosiding*

- Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daya Alam untuk Mencapai Produktivitas Optimum Berkelanjutan.* Bandar Lampung, 26-27 Juni 2019. Hlm. 95-102.
- Indriyanto. 2009. Struktur dan keanekaragaman flora pada komunitas hutan yang dikelola petani dalam Register 19 Provinsi Lampung. *Tesis.* Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Indriyanto. 2010. *Pengantar Budidaya Hutan.* PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Indriyanto. 2015. *Dendrologi: Teori dan Praktik Menyidik Pohon.* Plantaxia. Yogyakarta.
- Indriyanto. 2018. *Metode Analisis Vegetasi dan Komunitas Hewan.* CV Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kusmana, C. 1997. *Metode Survey Vegetasi.* PT Penerbit Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nair, P. K. R. 1993. *An Introduction to Agroforestry.* Department of Forestry University of Florida. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Nofriati, D. dan Ratima, S. 2019. Kajian pascapanen dan manfaat rebung bagi kesehatan dalam menunjang keanekaragaman pangan yang berbasis pangan lokal. *Makalah.* Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jambi.
- Sanudin, Awang, S. A., Sadono, R., dan Purwanto, R. H. 2016. Perkembangan hutan kemasyarakatan di Provinsi Lampung. *Jurnal Manusia dan Lingkungan.* 23 (2): 276-283.
- Soeseno. 1992. *Bertanam Aren.* PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sumarlin, D., Dirhamsyah, M., dan Ardian, H. 2015. Identifikasi tumbuhan sumber pangan di hutan tembawang Desa Aur Sampuk Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari.* 4(1): 32-39.
- Sunarjono, H. 1999. *Aneka Permasalahan Durian dan Pemecahannya.* PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- UPTD Wan Abdul Rachman. 2017. *Blok Pengelolaan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman Provinsi Lampung.* Dinas Kehutanan Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- Verheij, E. W. M. dan Coronel, R. E. 1997. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara: Buah-buahan yang Dapat Dimakan.* PT Gramedia. Jakarta.

Keanekaragaman Tumbuhan Buah di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Provinsi Lampung

Esti Munawaroh¹ dan P.S. Ajiningrum²

¹Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI dan

²Prodi Biologi FMIPA Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Email : munawaroh.esti@yahoo.com, puritysabila@gmail.com

ABSTRACT

The study of the diversity of fruit plants by exploration and collection have been carried out in Bukit Barisan Selatan National Park Province of Lampung. The research location is focused on the Resort Balik Bukit and Sukaraja Atas secondary forest area. This study aims to obtain information on the diversity of flora of fruit trees from the two regions. Flora diversity in the Resort Balik Bukit area and Sukaraja Atas to be represented by 47 species of 33 genus and 24 plant family. There are 7 species which are new names for the Bogor Botanical Gardens from the Sumatra Island region. Also get 2 species of fruit plants that are threatened by their existence including rare fruit plants for the flora of Sumatra.

Keywords: diversity, species, flora of fruit trees, Lampung BBSNP, Sumatra

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai hutan hujan tropis yang cukup luas dan keanekaragaman jenis tumbuhan terbesar keempat di dunia. Keanekaragaman jenis tumbuhan tersebut tergambar pada hutan-hutan yang tersebar di seluruh kawasan Indonesia (Indrawan et al. 2007). Hutan lindung menurut UU No. 41 Tahun 1999 tentang kehutanan merupakan kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. Hutan lindung di Indonesia mempunyai fungsi penting dalam menjaga ekosistem dan keanekaragaman hayati dunia. Adanya ancaman maupun gangguan mengakibatkan beberapa kawasan hutan lindung di Indonesia mengalami penurunan luasan kawasan (Ginoga et al. 2005; Supangat 2013).

Indonesia terletak di daerah katulistiwa yang memiliki tipe hutan hujan tropik dengan keanekaragaman jenis tertinggi di dunia. Kekayaan keanekaragaman jenis buah-buahan Indonesia juga cukup tinggi, telah ditemukan lebih dari 329 jenis buah-buahan baik yang merupakan jenis asli Indonesia maupun pendatang dapat ditemukan di Indonesia. Buah-buahan asli Indonesia telah ditemukan sebanyak 266 jenis baik yang tumbuh liar di hutan maupun yang telah dibudidayakan. Buah-buahan asli Indonesia ini tergolong dalam jenis pohon, liana, perdu, herba, dan semak. Berdasarkan data yang diperoleh terdapat 62 jenis buah asli Indonesia yang telah dibudidaya, 18 jenis merupakan tanaman endemik dan 4 jenis termasuk tumbuhan langka. Wilayah persebaran buah di Indonesia tercatat di Sumatra 148 jenis (Uji, T. 2007).

Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) merupakan salah satu kawasan konservasi terpenting di Sumatera

dengan ekosistem yang kaya akan keanekaragaman hayatinya. Kawasan ini mewakili rangkaian pegunungan Bukit Barisan yang terdiri atas berbagai tipe vegetasi hutan, antara lain hutan mangrove, hutan pantai, hutan pamah tropika sampai dengan hutan pegunungan. TNBBS membentang dari Provinsi Bengkulu di sebelah utara melewati pegunungan Bukit Barisan sampai ke ujung selatan Provinsi Lampung. Pembagian wilayah administrasi memperlihatkan bahwa sekitar 70% wilayah TNBBS masuk ke dalam wilayah Kabupaten Tanggamus dan Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung dan sisanya masuk ke wilayah Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu. Penetapannya sebagai taman nasional adalah untuk melindungi hutan hujan tropis Pulau Sumatera beserta kekayaan alam hayati yang ada di dalamnya. (Departemen Kehutanan, 2011).

Alih fungsi lahan yang menimbulkan fragmentasi dan pembukaan habitat dapat menurunkan kekayaan jenis makhluk hidup termasuk tumbuhan (Franklin et al., 2002; Huxel & Alan, 1999). Fragmentasi habitat menurunkan penyebaran biji, kecepatan regenerasi, dan mengubah kondisi habitat termasuk berpengaruh terhadap sifat fisik tanah (Rahmawati, 2007) sehingga dapat menyebabkan kepunahan lokal jenis (Moran dkk., 2009; Sutton dan Morgan, 2009; Bruna & Kress, 1999). Sejak dijadikannya sebagian dari kawasan ini menjadi jalan lintas Sumatera, dimana sebagian kawasan menjadi lebih terbuka dan banyak dijadikan sebagai kebun oleh masyarakat setempat. Dalam penelitian flora kali ini, eksplorasi dan koleksi tumbuhan dipusatkan di kawasan Resort Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat

dan Resort Sukaraja Atas, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.

Menurut WWF (2007), banyak areal hutan di Bukit Barisan Selatan pada tahun 2010 sudah berubah menjadi lahan pertanian dan pemukiman. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan kegiatan eksplorasi guna menginventarisasi jenis-jenis tumbuhan yang ada di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, terutama mengumpulkan koleksi hidup berbagai jenis terutama tumbuhan buah untuk dikonservasikan secara ex-situ di Kebun Raya Liwa, yang berlokasi di Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.

Pembangunan Kebun Raya daerah merupakan salah satu program prioritas nasional, sehingga Indonesia kini telah memiliki beberapa calon kebun raya baru di berbagai daerah. Berbagai usaha pengembangan telah dilakukan guna melengkapi koleksi tumbuhan buah yang ada pada lahan di kebun raya daerah tersebut. Salah satu calon kebun raya yang tengah giat membangun adalah Kebun Raya Liwa yang koleksi tumbuhannya bertujuan merepresentasikan tumbuhan asli dari kawasan Bukit Barisan di Sumatera, khususnya Bukit Barisan Selatan.

Tujuan penelitian ini adalah menginventarisasi jenis-jenis tumbuhan buah yang tumbuh di kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, khususnya dikawasan Balik Bukit dan Sukaraja Atas, yang nantinya koleksi ini akan dikembangkan dan dikonservasikan secara ek-situ di Kebun Raya Liwa, serta menjadi bahan penelitian yang akan memperkaya khasanah pengetahuan tentang tumbuhan buah dan menghasilkan informasi ilmiah mengenai keanekaragaman tumbuhan buah di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.

METODE

Penelitian dilakukan secara berkelanjutan di kawasan TNBBS pada tahun 2011 dan 2012, masing-masing selama 20 hari kerja. Pada tahun 2011 dilakukan di Kubu Perahu, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat dan tahun 2012 dilakukan di Sedayu, Sukaraja Atas, Kecamatan Semaka, Kabupaten Tanggamus.

Inventarisasi flora telah dilakukan secara eksploratif di kawasan TNBBS terutama di kawasan yang diduga menyimpan Tumbuhan buah berdasarkan informasi awal dari penduduk lokal maupun informasi dari literatur. Inventarisasi dilakukan di sepanjang jalur eksploratif baik terhadap tumbuhan buah pohon maupun merambat. Penentuan nama spesies tumbuhan yang ditemukan dilakukan secara langsung di lapangan berdasarkan kepakaran yang dimiliki oleh personil tim dan bantuan buku pedoman seperti katalog koleksi Kebun Raya Bogor dan buku *Malesian Seed Plants* (Van Balgooy, 1997).

Dalam penelitian ini, dilakukan pendataan/eksplorasi jenis-jenis tumbuhan buah yang terdapat di lokasi penelitian. Tumbuhan buah di koleksi sebagai spesimen hidup untuk ditanam sebagai koleksi tumbuhan hidup di Kebun Raya Liwa, Lampung dengan cara mengambil anakan tumbuhan, stek batang dan buah tua. Setiap jenis yang dikoleksi kemudian diberi label gantung, semua data dan informasi tentang tumbuhan yang dikoleksi beserta data lingkungan dicatat dalam buku lapangan. Data tersebut berisikan nama jenis, nama lokal, suku, kondisi tempat hidup, ketinggian (altitude), posisi lintang dan bujur, data morfologi, Selain itu juga. Teknik koleksi

mengacu pada protokol koleksi hidup dari Kebun Raya Bogor

Beberapa individu tumbuhan yang belum diketahui nama jenis, marga dan sukunya dibuat spesimen herbariumnya guna identifikasi lebih lanjut di Herbarium Bogoriensis. Pembuatan herbarium yang baik bila materialnya lengkap meliputi, daun, bunga dan buah. Caranya yaitu spesimen tersebut dibungkus kertas koran yang rapi kemudian dimasukkan plastik besar sesuai ukuran materialnya kemudian diberi spiritus atau alkohol secukupnya agar daunnya tidak rontok. Setelah spesimen diproses hingga kering selanjutnya dilakukan komunikasi dengan pakar taksonomi tertentu dan atau observasi langsung berdasarkan spesimen herbarium yang ada di Herbarium Bogoriense.

Aklimatisasi tumbuhan koleksi hasil eksplorasi di lapang yang ditumbuh kembangkan di laboratorium Kebun Raya Liwa. Semua Tanaman hasil eksplorasi dari lapang di tanam dalam pot ukuran 15 cm, dengan media kompos.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Taman Nasional Bukit Barisan Selatan mencakup kawasan seluas 356.800 ha yang terbentang pada 04° 33'–05° 57' LS dan 103° 23'–104° 43' BT. Secara administrasi pemerintahan termasuk kedalam wilayah Provinsi Bengkulu (Kabupaten Kaur) serta Provinsi Lampung (Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Tanggamus). Jenis tanah di sebagian besar kawasan TNBBS adalah podsolik merah kuning yang labil dan rawan erosi. Kawasan TNBBS terletak di zona patahan (sesar) utama Sumatra, sehingga kawasan ini sangat rawan gempa. Curah hujan tahunan bervariasi antara

2500 dan 3500 mm dengan kelembaban udara antara 80 % dan 90 % dengan suhu antara 20 dan 28 °C.

A. Kawasan Resort Sukaraja Atas

Tumbuhan yang berhasil dikoleksi dari kawasan Sukaraja Atas terdiri atas 103 jenis (spesies) yang tergolong dalam 55 genus (marga) dan 42 suku (famili). Dari hasil eksplorasi dan inventarisasi di resort Sukaraja Atas mendapatkan koleksi tumbuhan buah sebanyak 28 Jenis (spesies), yang terdiri dari 23 marga (genus) dan 17 Suku (famili). Jenis-jenis yang dikoleksi tersebut umumnya berupa pohon dan terna, serta beberapa jenis merupakan tumbuhan merambat. Beberapa suku tumbuhan yang termasuk buah-buahan adalah *Anacardiaceae*, *Annonaceae*, *Apocynaceae*, *Bombacaceae*, *Ebenaceae*, *Euphorbiaceae*, *Celastraceae*, *Cluciaceae*, *Connaraceae*, *Cucurbitaceae*, *Lauraceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Smilaxaceae*, *Sapindaceae*, *Schisandraceae* dan *Ulmaceae*. Jenis-jenis tumbuhan buah yang dikoleksi adalah *Mangifera foetida* Lour., *Polyalthia macropoda* King., *Polyalthia rumphii* (Blume ex Hench), *Hunteria zeylanica* (Retz.) Garden.exThnsites var.zeylanica,

Tabernaemontana macrocarpa Jack., *Durio oxleyanus* Griff., *Popowia hirta* Miq., *Diospyros macrophylla* Blume, *Suregada glomerata* (Blume) Baill., *Bhesa paniculata* Arn., *Connarus semidecandrus* Jack, *Momordica cochinchinensis* (Lour) spreng, *Litsea noronhae* Blume, *Aglaia argentea* Blume, *Aglaia odoratissima* Blume, *Aglaia rubiginosa* (Hiern) Pannel, *Aglaia tomentosa* Teijsm. & Binn, *Chisocheton macrophyllus* King sub spesies *macrophyllus*, *Dysoxylum molissimum* Blume, *Artocarpus integer* (Thunb) Merr., *Syzygium picnanthum* Merr.& L.M.Perry, *Cratoxylum sumatranum* (Jack.)Blume, *Smilax macrocarpha* Blume, *Xerospermum laevigatum* Radlk, *Kadsura scandens* (Blume)Blume dan *Gironniera nervosa* Plach. (Tabel 1.)

Beberapa jenis tumbuhan buah yang dikoleksi merupakan tumbuhan buah liar yang buahnya banyak dimakan oleh binatang atau burung liar yg hidup disekitar kawasan hutan tersebut. Seperti Jenis buah *Bhesa paniculata* Arn., *Suregada glomerata* (Blume) Baill., *Connarus semidecandrus* Jack dan *Gironniera nervosa* Plach.

Tabel 1. Tumbuhan Buah yang dikoleksi dari Kawasan Resort Sukaraja Atas, Kabupaten Tanggamus, Taman Nasional Bukit Barisa Selatan

Suku	Nama Marga	Nama Jenis	Habitus	Material
<i>Annonaceae</i>	<i>Polyalthia</i>	<i>Polyalthia rumphii</i> (Blume ex Hench)	T	P
		<i>Polyalthia macrophoda</i> King	T	S
<i>Apocynaceae</i>	<i>Hunteria</i>	<i>Hunteria zeylanica</i> (Retz.)	T	P
		Garden.exThnsites var.zeylanica		
<i>Bombacaceae</i>	<i>Durio</i>	<i>Tabernaemontana macrocarpa</i> Jack.	T	S
			T	P
		<i>Durio oxleyanus</i> Griff. **	T	P
<i>Ebenaceae</i>	<i>Popowia</i>	<i>Popowia hirta</i> Miq.	T	P
		<i>Diospyros macrophylla</i> Blume	T	P
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Baccaurea</i>	<i>Baccaurea macrocarpa</i> Mull. Arg. (linsu)	T	S

	<i>Suregada</i>	<i>Suregada glomerata</i> (Blume) Baill.	T	S
<i>Celastraceae</i>	<i>Bhesa</i>	<i>Bhesa paniculata</i> Arn.	T	S
<i>Cluciaceae</i>	<i>Garcinia</i>	<i>Garcinia</i> sp.	T	P
<i>Connaraceae</i>	<i>Connarus</i>	<i>Connarus semidecandrus</i> Jack	T	S
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Momordica</i>	<i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour) spreng	T	S
<i>Lauraceae</i>	<i>Litsea</i>	<i>Litsea noronhae</i> Blume	T	P
		<i>Dehaasia caesia</i> Blume	T	S
<i>Melliaceae</i>	<i>Aglaia</i>	<i>Aglaia odoratissima</i> Blume	T	P
		<i>Aglaia rubiginosa</i> (Hiern) Pannel		
		<i>Aglaia tomentosa</i> Teijsm. & Binn	T	P
		<i>Aglaia arpentea</i> Blume	T	P
	<i>Chisocheton</i>	<i>Chisocheton macrophyllus</i> King sub spesies <i>macrophyllus</i>	T	S
	<i>Dysoxylum</i>	<i>Dysoxylum molissimum</i> Blume*	T	S
<i>Moraceae</i>	<i>Artocarpus</i>	<i>Artocarpus integer</i> (Thunb) Merr.	T	P
<i>Myrtaceae</i>	<i>Syzygium</i> <i>Cratoxylum</i>	<i>Syzygium picnanthum</i> Merr.& L.M.Perry	T	S
		<i>Cratoxylum sumatranum</i> (Jack.) Blume	T	S
<i>Smilaxaceae</i>	<i>Smilax</i>	<i>Smilax macrocarpha</i> Blume*	Cl.	C
<i>Sapindaceae</i>	<i>Xerospermum</i>	<i>Xerospermum laevigatum</i> Radlk*	T	S
<i>Schisandraceae</i>	<i>Kadsura</i>	<i>Kadsura scandens</i> (Blume) Blume**	Cl	C
<i>Ulmaceae</i>	<i>Gironniera</i>	<i>Gironniera nervosa</i> Plach.*	T	S

Ket: T: Trees (Pohon), Cl.: Climber (Merambat), S: Seed (Biji), *= Rekaman baru, **=Tumbuhan Langka

B. Kawasan Resort Balik Bukit

Kawasan resort Balik Bukit ketinggian berkisar antara 500-1200 m dpl. Tumbuhan yang berhasil dikoleksi dari kawasan resort Kubu Perahu terdiri atas 135 jenis (spesies) yang tergolong dalam 89 genus (marga) dan 54 suku (famili). Dari hasil eksplorasi dan inventarisasi di resort Sukaraja Atas mendapatkan koleksi tumbuhan buah sebanyak sebanyak 18 Jenis (spesies), yang terdiri dari 15 marga (genus) dan 14 Suku (famili). Jenis-jenis yang dikoleksi tersebut

umumnya berupa pohon dan beberapa jenis merupakan tumbuhan merambat. Beberapa suku tumbuhan yang termasuk buah-buahan tersebut adalah Anacardiaceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Cluciaceae, Lauraceae, Melliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sapindaceae, Smilaccaceae dan Vittaceae. Jenis-jenis tumbuhan buah yang berhasil dikoleksi adalah *Mangifera foetida* Lour, *Leuconitis eugenifolius* (Wall, ex G. Don.) A.DC., *Hydnocarpus subfalcata* Merr., *Baccaurea macrocarpa* Mull. Arg. (linsu), *Archidendron bubalinum*

(Jack) I.C.Nielsen, *Garcinia lateriflora* Blume, *Garcinia Exanthochymus* Hook.f.ex T.anderrson, *Garcinia nervosa* Miq., *Aglaia angustifolia* Miq., *Aglaia argentea* Blume., *Artocarpus nitidus* Trecul subsp grafitii., *Artocarpus elasticus* Reinw. Ex Blume.,

Syzygium cf. palembanicum Miq., *Citrus media* L., *Lepisanthesamoenia* (Hassk.) Leeh, *Smilac leucophylla* Blume (Hand), *Cayratia geniculata* (Bl.) Gagneb dan *Cissus nodusa* Blume

Tabel 2. Tumbuhan Buah yang dikolekdi dari Kawasan Resort Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, Taman Nasional Bukit Barisa Selatan

Suku	Nama Marga	Nama Jenis	Habitus	Material
Anacardiaceae	Mangifera	<i>Mangifera foetida</i> Lour	T	P
Apocynaceae	Leuconitis	<i>Leuconitis eugenifolius</i> (Wall, ex G. Don.) A.DC.*	Cl.	S
Archariaceae	Hydnocarpus	<i>Hydnocarpus subfalcata</i> Merr.	T	S
Euphorbiaceae	Baccaurea	<i>Baccaurea macrocarpa</i> Mull. Arg. (linsu)	T	P/S
Fabaceae	Archidendron	<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I.C.Nielsen	T	P/S
Cluciaceae	Garcinia	<i>Garcinia lateriflora</i> Blume	T	P
		<i>Garcinia Exanthochymus</i> Hook.f.ex T.anderrson	T	S
		<i>Garcinia nervosa</i> Miq.	T	S
Lauraceae	Litsea	<i>Litsea noronhae</i> Blume		
Leeaceae	Cayratia	<i>Cayratia geniculata</i> (Bl.) Gagneb	Cl.	C/S
Melliaceae	Aglaia	<i>Aglaia angustifolia</i> Miq.	T	P
		<i>Aglaia argentea</i> Blume	T	P
Moraceae	Artocarpus	<i>Artocarpus</i> Trecul subsp <i>grafitii</i>	T	S
		<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw. Ex Blume	T	P
Myrtaceae	Syzygium	<i>Syzygium cf. palembanicum</i> Miq.	T	S
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus media</i> L.	T	P/S
Sapindaceae	Lepisanthes	<i>Lepisanthes amoenia</i> (Hassk.) Leeh*	T	S
Smilaccaceae	Smilac	<i>Smilac leucophylla</i> Blume (Hand)	Cl	S
Vittaceae	Cissus	<i>Cissus nodusa</i> Blume	Cl.	C/S

Ket: T: Trees (Pohon), Cl.: Climber (Merambat), S: Seed (Biji), *= Rekaman baru

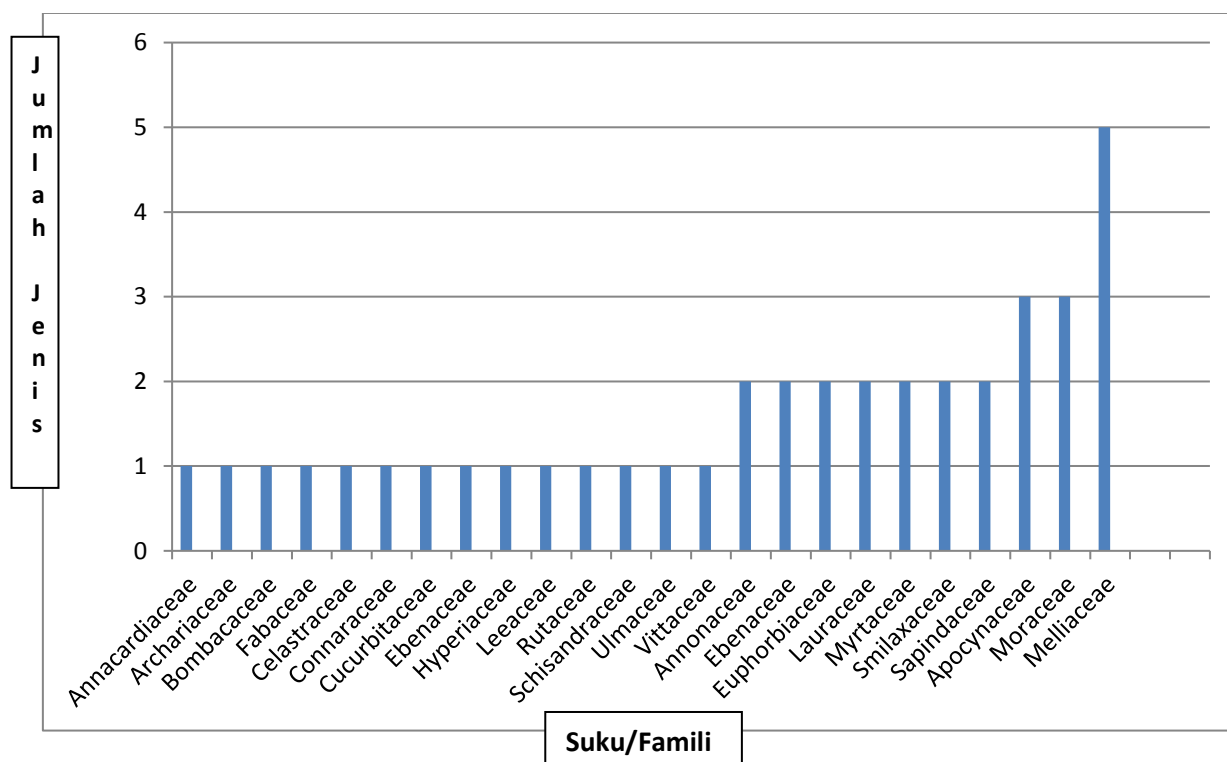
Sebagian besar suku-suku tumbuhan yang terdapat di kawasan Balik Bukit dijumpai pula di daerah Sukaraja Atas. Keanekaragaman jenis tumbuhan di daerah Kubu Perahu lebih tinggi dibandingkan dengan Sukaraja Atas. Hal ini berkaitan dengan letak Hutan Balik Bukit yang lebih jauh dari pemukiman penduduk sehingga gangguan terhadap eksploitasi jenis-jenis tumbuhan relatif lebih rendah daripada di Sukaraja Atas, yang letaknya lebih dekat dengan pemukiman penduduk. Perbedaan keanekaragaman jenis yang mencolok antara hutan di kawasan Sukaraja Atas dan Balik Bukit, kemungkinan berkaitan dengan proses suksesi yang sedang berlangsung. Hutan Sukaraja Atas diketahui sebagai hutan sekunder muda sehingga proses pemulihan hutan baru dimulai. Ditambah lagi dengan pembukaan hutan untuk kebun lada dan kopi yang masih terjadi, maka keanekaragaman tumbuhan di kawasan ini rendah. Di lain pihak proses suksesi di hutan Kubu Perahu sudah berlangsung lebih lama, sehingga pemulihan hutan sudah lebih maju, ditandai dengan keanekaragaman jenis yang lebih tinggi. Dari hasil eksplorasi tumbuhan umum di kawasan Balik Bukit sebanyak 135 jenis dan dari kawasan Sukaraja Atas 105 jenis. Akan tetapi hasil penelitian dan inventarisasi tumbuhan buah yang didapatkan, kawasan Sukaraja Atas ada 28 jenis dan kawasan Kubu Perahu ada 19 jenis. Perbedaan tersebut dikarenakan bahwa habitat tumbuhan buah biasanya di hutan yang cukup terbuka dan mendapat cahaya matahari cukup. Kawasan yang hutan yang masih bagus dengan kelembaban tinggi, tumbuhan buah yang ada tidak terlalu banyak, itu adalah kondisi kawasan Kubu Perahu.

Dari hasil inventarisasi dan eksplorasi kedua kawasan yaitu kawasan Sukaraja Atas dan kawasan Balik Bukit yang ada di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan mendapatkan sebanyak 46 jenis (spesies) tumbuhan buah dari 33 marga (genus) dan 24 suku (famili) tumbuhan buah. Umumnya berupa pohon (40 Jenis), yang merupakan tumbuhan merambat (6 jenis) lihat Tabel 1 dan Tabel 2.

Dari tabel 1,2 dan gambar1. Bahwa jenis tumbuhan buah yang paling banyak diketemukan adalah dari suku Meliaceae (*Aglaia odoratissima* Blume, *Aglaia rubiginosa* (Hiern) Pannel, *Aglaia tomentosa* Teijsm. & Binn, *Aglaia arpentea* Blume dan *Chisocheton macrophyllus* King subsp. *Macrophyllus* dan *Dysoxylum molissimum* Blume). Beberapa jenis pohon seperti *Aglaia odoratissima*, *Polyathia rumphii* dan kayunya sangat keras dan baik untuk bahan bangunan. Urutan dibawahnya adalah dari suku Moraceae dan Apocynaceae. Suku Moraceae adalah jenis-jenis tumbuhan buahnya adalah jenis *Artocarpus integer* (Thunb) Merr., *Artocarpus nitidus* Trecul subsp *grafitii*. dan *Artocarpus elasticus* Reinw. Ex Blume. Menurut Astuti IP dan Munawaroh E. (2011) bahwa *Paratocarpus nitidus* Trecul subsp *grafitii*. adalah buah hutan yang berpotensi dan dapat dikembangkan sebagai buah lokal penghasil bahan baku industri zat warna alami, sirop, selai dan dodol. Kayu dari buah tersebut dapat digunakan sebagai bahan bangunan, dan bahan untuk membuat gagang senapan serta gagang parang. Sedangkan suku Apocynaceae adalah jenis *Hunteria zeylanica* (Retz.) Garden. ex Thnsites var. *zeylanica*., *Tabernaemontana macrocarpa* Jack. dan *Leuconitis eugenifolius* (Wall, ex G. Don.) A.DC. *Hunteria zeylanica* (Retz.) Garden. ex Thnsites var. *zeylanica*. merupakan

tumbuhan buah liar yg dipanen dari alam untuk penggunaan lokal sebagai obat-obatan dan sumber kayu dan getah, bijinya

dimakan burung. Jumlah jenis tumbuhan buah dari masing-masing suku dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Jumlah jenis tumbuhan buah setiap Suku dari Hasil Eksplorasi di Resort Sukaja Atas dan

Terdapat tujuh jenis tumbuhan buah yang merupakan rekaman baru untuk Kebun Raya Bogor dari pulau Sumatra dan menambah informasi mengenai jenis-jenis tumbuhan buah yang ada di TNBBS. Penelitian kali ini berhasil merekam keberadaan *Dysoxylum molissimum* Blume (Melliaceae), *Gironniera nervosa* Plach. (Ulmaceae), *Kadsura scandens* (Blume) Blume (Schisandraceae), *Leuconitis eugenifolius* (Wall, ex G. Don.) A.DC (Apocynaceae), *Lepisanthes amoenia* (Hassk.) Leeh.dan *Xerospermum laevigatum* Radlk. (Sapindaceae), dan *Smilax macrocarpha* Blume (Smilacaceae).

Jenis tumbuhan yang berhasil dikoleksi merupakan koleksi tumbuhan langka dan dilindungi berdasarkan Moge et al. (2001), termasuk dalam kriteria tumbuhan langka adalah: Jenis *Durio oxleyanus* Griff. (Bombacaceae). Merupakan tanaman yang masuk dalam daftar empat puluh jenis tanaman langka. Nama daerahnya adalah Durian daun (Sumatera), Karantongan, Lotong (Kalimantan). Tumbuhan buah Pohon, tinggi mencapai 30 cm. Kulit batang berwarna coklat kemerahan dan bertekstur kasar. Daun berbentuk elips, berukuran 6-10 x 3-8 cm, permukaan atas berwarna hijau dan licin, permukaan bawah berwarna kuning kemerahan dengan bulu halus. Daun

kelopak bunga bergerigi 4, sedangkan mahkota bunga berwarna putih atau kuning. Buah berbentuk bulat, diameter 20-25 cm dan berduri. Warna daging buah kuning. Tempat tumbuh umumnya ditempat-tempat terbuka dataran rendah, cukup toleran dengan tipe tanah. Kegunaannya atau manfaatnya adalah buahnya disenangi masyarakat. Persebarannya *Durio oxleyanus* di kawasan hutan alimantan dan Sumatera, juga diketemukan di Malaysia. Status kelangkaannya adalah rawan, mengalami resiko kepunahan yang tinggi di alam dalam waktu dekat. Populasi *Durio oxleyanus* berkurang sebagai akibat dari penurunan wilayah yang ditempati atau kualitas habitat. Jenis yang lain adalah *Kadsura scandens* (Blume) Blume. Merupakan tanaman yang masuk dalam daftar dua ratus jenis tanaman langka. Jenis tersebut merupakan tumbuhan yang memerlukan lingkungan tumbuh sangat spesifik atau pertumbuhannya lambat di alam, dikhawatirkan akan menjadi langka. Jenis *Kadsura scandens* merupakan tumbuhan memanjat dengan batang yang bisa mencapai 25 m. Batang kasar, berlekuk-beralur, warna coklat. *Kadsura scandens* dilaporkan memiliki berbagai kegunaan obat. Rebusan akar dan / atau batang digunakan sebagai bahan oles untuk memerangi rematik. Buah dapat dimakan, walaupun agak asam (Burkill 1966; Heyne 1950). Penyebaran *Cadsura scandens* meliputi Sumatra, Semenanjung Melayu, Jawa dan Bali.

KESIMPULAN

Keanekaragaman flora tumbuhan buah di kawasan Resort Balik Bukit dan Sukaraja Atas mendapatkan 47 jenis (spesies) tumbuhan buah dari 33 marga (genus) dan 24 suku (famili). Ada 7 jenis yang merupakan rekaman baru untuk

Kebun Raya Bogor dari kawasan Pulau Sumatera adalah: *Dysoxylum molissimum* Blume (*Melliaceae*), *Gironniera nervosa* Plach. (*Ulmaceae*), *Kadsura scandens* (Blume) Blume (*Schisandraceae*), *Leuconitis eugenifolius* (Wall, ex G. Don.) A.DC (*Apocynaceae*), *Lepisanthes amoenia* (Hassk.) Leeh.dan *Xerospermum laevigatum* Radlk. (*Sapindaceae*), dan *Smilax macrocarpha* Blume (*Smilaccaceae*).

Juga mendapatkan 2 jenis tumbuhan buah yang terancam keberadaannya termasuk tumbuhan buah langka untuk flora Sumatra, jenis tersebut yaitu *Durio oxleyanus* Griff. (*Bombacaceae*) dan *Kadsura scandens* (Blume) Blume.

Sebagian besar suku-suku tumbuhan yang terdapat di kawasan Balik Bukit dijumpai pula di daerah Sukaraja Atas. Keanekaragaman jenis tumbuhan di daerah Balik Bukit lebih tinggi dibandingkan dengan Sukaraja Atas. Hal ini berkaitan dengan letak hutan Kubu Perahu yang lebih jauh dari pemukiman penduduk sehingga gangguan terhadap eksploitasi jenis-jenis tumbuhan relatif lebih rendah daripada di Sukaraja Atas, yang letaknya lebih dekat dengan pemukiman penduduk. Keanekaragaman tumbuhan buah di Kawasan Kubu Perahu lebih sedikit dibandingkan dengan kawasan Sukaraja Atas, tetapi keanekaragaman tumbuhan umum lainnya lebih tinggi. Dengan hasil penelitian tersebut maka kawasan Kubu perahu dan Sukaraja Atas harus tetap dijaga kelestariannya.

REFERENSI

Anonymous. 2008. Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Di-rektorat Jenderal Perlindungan Hutan & Kekayaan Alam (PHKA),

- Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Astuti IP dan Munawaroh E. 2011. Buah Tampang (*Artocarpus Trecul* subsp *grafitii*) dan Potensinya. Prosiding Seminar Nasional, Proses Biologi dan Kimia dalam Industri yang berwawasan Lingkungan: Peran serta Dalam Peningkatan Pemanfaatan Sumber Daya Lokal, 2011, hlm 311-318
- Bruna, E. M & W. J. Kress. 1999. Habitat Fragmentation and the Demographic Structure of an Amazonian Understory Herb. *Conservation Biology*. Vol. 16. No.5: 1256-1266
- Burkill, I.H. 1966. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Penninsula Vol. II. Ministry of Agriculture and Co-operatives, Kuala Lumpur, 1988. h.1732
- Dephut.2011.http://www.dephut.go.id/INF/ORMASI/TN%20INDOENGLISH/t_n_bukitbarisan.htm. Diakses tanggal 1 Maret 2011.
- Franklin A. B, Barry R. N., Luke T. G, 2002. What is Habitat Fragmentation?. *Studies in Avian Biologi*. 25 : 25-29.
- Ginoga K, Lugina M, Djaenudin D. 2005. Kajian kebijakan pengelolaan hutan lindung. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi* 2 (2): 203-231.
- Huxel GR & Alan H, 1999. Habitat Loss, Fragmentation and Restoration. *Restoration Ecology* 7 (3): 309-315.
- Heyne, K., 1950, Tumbuhan Berguna Indonesia, Jilid III, diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan Jakarta, Penerbit Yayasan Sarana Wanaraja, Jakarta.
- Mogea JP, D Gandawidjaja, H. Wiriadinata, RE Nasution, Irawati. 2001. Tumbuhan Langka. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi-LIPI. Bogor
- Moran, C., C. P. Catterall, J. Kanowski. 2009. Reduced dispersal of native plant species as a consequence of the reduced abundance of frugivore species in fragmented rainforest. *BIOLOGICAL CONSERVATION* 142: 541 –552.
- Rahmawati, N. E. 2007. *Dampak Pembukaan Lahan Hutan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah (Studi Kasus di Taman Wisata Alam Sibolangit DeliSerdang)*. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Supangat AB. 2013. Pengaruh gangguan pada kawasan hutan lindung terhadap kualitas air sungai: Studi kasus di Provinsi Jambi. *Forest Rehabilitation Journal* 1 (1): 75-89.
- Sutton, F. M and J. W. Morgan. 2009. Functional traits and prior abundance explain native plant extirpation in a fragmented woodland landscape. *Journal of Ecology* 97: 718–727.
- Uji, T. 2007. Keanekaragaman Jenis Buah-Buahan Asli Indonesia dan Potensinya. *J. Biodiversitas* 8(2): 157-167.
- van Balgooy MMJ. 1987. Collecting. In: E Vogel (Ed.). *Manual of Herbarium, Taxonomy Theory and Practice*, 14-17. UNESCO and MAB.

WWF-Indonesia, 2007. Dalam peluncuran laporan berjudul "Gone in an Instant: Bagaimana Kopi Illegal Memicu Rusaknya Habitat Badak, Gajah dan Harimau Sumatera di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Sumatera, Indonesia".

Studi Habitat dan Keanekaragaman Burung Air di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur

Miranti Febriani Safitri¹, Nuning Nurcahyani¹, Tugiyono¹, Sugeng P Harianto²

¹Universitas Lampung Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandarlampung 35145

Email: miransafitri@gmail.com

ABSTRACT

The diversity of bird species in a place is influenced by habitat conditions needed for the life of birds, including waterbirds. The wetlands in Margasari Village, Labuhan Maringgai District have an important role for the survival of waterbirds. This study aims to determine habitat conditions, compare the diversity of bird species and find out what species are found in each study location. This research was carried out in February-March 2019 in the wetlands of Margasari Village, Labuhan Maringgai Subdistrict, East Lampung Regency, namely in the paddy fields, ponds and mangrove forests. The method used in this study is the point count method or Point Count. There are three counting points at each observation location with a distance between points of approximately 50 meters and observations for 15-20 minutes at each point. Data collection was carried out in the morning at 06.00 - 09.00 WIB and in the afternoon at 16.00 - 18.00 WIB for 12 days. Data analysis related to habitat conditions was carried out descriptively, while species diversity was calculated based on diversity index. The results showed that the diversity index in the paddy field was 2.03 while in the pond was 2.17, and the highest was in the mangrove forest habitat which was 2.80.

keyword: waterbirds, wetlands, habitat, diversity, margasari

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak sekali keanekaragaman flora dan fauna. Ragam flora menjadi salah satu indikator keanekaragaman hayati, tak terkecuali fauna. Indonesia memiliki berbagai keanekaragaman jenis hewan salah satunya adalah burung. Menurut Data Burung Indonesia (DBI) tahun 2018, jumlah burung di Indonesia bertambah 2 jenis dari tahun sebelumnya yaitu 1.769 menjadi 1.771 jenis.

Burung mudah dijumpai hampir di setiap tipe habitat, baik alami maupun buatan ataupun daerah yang padat oleh aktivitas manusia. Penyebaran burung yang luas menjadikannya sebagai salah satu satwa

liar sumber kekayaan alam Indonesia yang potensial sekaligus berperan dalam keseimbangan ekosistem dan menjadi indikator kualitas lingkungan (Hadianto, Mulyadi dan Siregar, 2012).

Keanekaragaman jenis burung di suatu tempat dipengaruhi oleh kondisi habitatnya. Salah satu tipe habitat bagi burung yaitu lahan basah. Lahan basah merupakan habitat alami yang biasanya dihuni oleh burung dari jenis burung air. Menurut Elfidasari (2007), burung air merupakan suatu jenis burung yang seluruh aktifitas hidupnya bergantung pada area perairan atau lahan basah. Ketetapan pemerintah mengenai konservasi burung di Indonesia yang dilakukan selama ini terpusat pada kawasan konservasi, seperti

taman nasional, cagar alam dan suaka margasatwa. Namun demikian, burung-burung yang terdapat di luar kawasan konservasi seperti perkebunan, pemukiman dan lahan basah juga perlu adanya perhatian dan pelestarian dari pemerintah (Dewi, 2005). Lokasi penelitian yang ada di lahan basah Desa Margasari perlu diamati untuk melihat pengaruhnya terhadap keberadaan burung air di lokasi tersebut, karena burung air dapat menjadi indikator lingkungan dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui kondisi lahan basah sebagai habitat beberapa jenis burung air, membandingkan berbagai tipe lokasi di lahan basah terhadap keanekaragaman jenis burung air, dan mengetahui jenis burung air apa saja yang dapat dijumpai di areal lahan basah.

METODE

A. Pelaksanaan Pengamatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode titik hitung atau disebut juga *Point Count* dengan menentukan titik-titik pengamatan untuk selanjutnya pengamat berjalan menelusuri lokasi dan berhenti pada titik-titik tersebut dengan interval waktu yang telah ditentukan. Kemudian mengamati setiap burung air yang dijumpai dan mencatat hasilnya.

Pada penelitian ini titik pengamatan dibagi menjadi tiga titik dengan jarak antar titik sejauh 50 meter. Interval waktu yang digunakan yaitu 15-20 menit. Setelah menyelesaikan pengamatan di satu titik dengan waktu yang telah ditetapkan, kemudian melakukan prosedur yang sama pada titik-titik berikutnya. Pengamatan dilakukan pada pagi hari (06.00 – 09.00 WIB) dan sore hari (16.00 – 18.00 WIB).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur

B. Analisis Data

Data pengamatan keanekaragaman jenis burung dianalisis dengan mengukur besarnya nilai keanekaragaman yang disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya kondisi habitat dianalisis secara deskriptif dengan menjabarkan pengaruh berbagai tipe vegetasi habitat di tiap titik lokasi pengamatan terhadap keberadaan dan aktivitas burung air yang dijumpai. Data yang diperoleh ditabulasikan pada Microsoft Excel dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman jenis burung diketahui dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (Meffe & Carroll 1994), dengan rumus :

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$
$$P_i = N_i/N$$

Dengan :

H' = indeks keanekaragaman
 P_i = nilai kelimpahan burung
 N_i = jumlah individu burung jenis ke-i
 N = jumlah total individu burung yang diamati

Magurran (2004) menyatakan bahwa nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 1,5-3,5. Nilai <1,5 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman rendah sedangkan nilai yang berkisar antara 1,5 – 3,5 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman sedang dan nilai >3,5 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman tinggi.

2. Indeks Kelimpahan Relatif

Nilai kelimpahan relatif berfungsi untuk mengetahui kelimpahan jenis burung

dalam suatu jalur pengamatan. Rumus yang digunakan yaitu persamaan dari Krebs (1998) sebagai berikut :

$$IKR = \frac{N_i}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

IKR = indeks kelimpahan relatif suatu jenis burung

N_i = jumlah individu suatu jenis burung

N = jumlah individu dari seluruh jenis burung.

Nilai kelimpahan relatif digolongkan dalam tiga kategori yaitu tinggi (>20%), sedang (15-20%), dan rendah (<15%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Desa Margasari terdapat banyak jenis burung air karena berada di sepanjang garis pantai Timur Provinsi Lampung sehingga terdapat berbagai kebutuhan burung air seperti makanan, tempat bersarang, tempat berlindung bahkan tempat berkembang biak. Berikut gambaran beberapa tipe habitat di lahan basah Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur yang menjadi lokasi pengamatan.

1. Sawah

Sawah merupakan salah satu tipe habitat lahan basah tempat burung air mencari mangsa. Hampan sawah yang luas menjadikan areal ini sebagai salah satu sumber penyedia pakan bagi burung air. Sawah yang menjadi lokasi pengamatan masih berada pada masa penanaman dan banyak terdapat keong sawah, kepiting kecil dan ikan-ikan kecil yang dapat dikonsumsi oleh burung air. Tanaman padi yang tumbuh masih tergolong pendek

sehingga memudahkan burung air untuk mencari mangsa di areal ini.

2. Tambak

Lokasi tambak yang dijadikan lokasi pengamatan pada penelitian ini letaknya cukup jauh dari pemukiman. Meski begitu, aktivitas manusia yang ada di sekitar tambak juga mempengaruhi keberadaan burung air. Tambak-tambak aktif ini membudidayakan udang dan beberapa jenis ikan diantaranya adalah ikan nila atau mujair, bandeng, dan beberapa ikan tawar lainnya. Tambak yang ada di lokasi ini beberapa dipenuhi dengan air, namun beberapa ada yang dikosongkan pada saat setelah panen. Tambak-tambak yang kosong menjadi tempat burung air mencari makan. Karena di tambak yang sudah sedikit airnya memudahkan burung air menangkap mangsanya seperti ikan kecil, kepiting, dan udang yang masih tertinggal di tambak tersebut. Tambak yang masih dipenuhi air menjadi tempat burung air menyelam seperti pecuk padi hitam (*Phalacrocorax sulcirostris*) untuk mencari mangsa.

3. Hutan mangrove

Hutan mangrove yang menjadi lokasi penelitian ini letaknya cukup jauh dari

pemukiman dan aktivitas warganya. Sehingga burung air lebih banyak ditemukan di hutan mangrove tersebut. Walaupun terdapat nelayan yang menelusuri daerah ini, namun tidak banyak mempengaruhi aktivitas burung air. Lokasi ini terdapat pohon mangrove dengan berbagai ukuran. Ada yang sudah setinggi kurang lebih 5-6 meter dan ada pula yang masih berukuran kecil dengan tinggi kurang dari 1 meter yang dapat dijadikan tempat bertengger beberapa jenis burung air.

Hutan mangrove ini memiliki hamparan lumpur yang akan terendam air laut jika dalam keadaan laut pasang. Namun pada saat surut hamparan lumpur dengan air yang dangkal menjadi tempat bagi burung air mencari makan. Terdapat lubang-lubang kecil pada lumpur sebagai tempat bersarangnya ikan glodok, ataupun kepiting-kepiting kecil yang menjadi mangsa burung air.

B. Pembahasan

Keanekaragaman jenis burung air di lokasi pengamatan dibedakan menjadi beberapa tipe habitat yaitu areal sawah, tambak dan hutan mangrove. Indeks keanekaragaman jenis burung air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Keanekaragaman Burung Air di Beberapa Tipe Habitat di Desa Margasari

No.	Tipe habitat	Indeks keanekaragaman (H')
1	Sawah	2,03
2	Tambak	2,17
3	Hutan mangrove	2,80

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa tipe habitat dengan indeks keanekaragaman terendah adalah di sawah dengan nilai 2,03. Kemudian pada areal tambak nilai indeks keanekaragamannya adalah 2,17, sedangkan indeks

keanekaragaman tertinggi yaitu dengan nilai 2,80 terdapat pada hutan mangrove.

Areal persawahan daerah dengan indeks keanekaragaman terendah, hal ini dikarenakan sawah merupakan tempat yang

terdapat banyak aktivitas manusia seperti pembajakan sawah, petani yang mengembala hewan ternak bahkan aktivitas warga yang hanya sekadar melintas di areal tersebut sehingga mempengaruhi keberadaan burung air. Meski sawah menyediakan pakan yang dibutuhkan burung air, namun kurangnya ruang untuk burung air bertengger dan beristirahat bahkan berlindung dari ancaman predator menjadi faktor yang mempengaruhi keberadaan burung air.

Pada areal tambak indeks keanekaragamannya tidak terlalu tinggi tak jauh berbeda dari sawah. Tambak yang menjadi tempat burung air banyak beraktivitas yaitu pada tambak kering atau tambak dengan intensitas air yang rendah. Burung air banyak ditemukan pada tambak dengan sedikit air karena di tambak yang hampir kering ikan-ikan dan biota kecil lainnya dapat terlihat

sehingga burung air dapat dengan mudah menangkapnya.

Lokasi pengamatan dengan indeks keanekaragaman tertinggi yaitu pada hutan mangrove. Letak hutan mangrove yang jauh dari pemukiman. Selain karena letaknya yang jauh dari pemukiman, pohon mangrove yang rimbun dengan hamparan lumpur menjadi tempat cukup baik untuk burung air beristirahat, bertengger, berlindung dan mencari makan.

Pada lokasi penelitian ditemukan jenis-jenis burung air yang berbeda di setiap lokasi pengamatan, meski ditemukan juga jenis yang sama dimasing-masing lokasi. Untuk mengetahui jenis-jenis burung apa saja yang mendominasi suatu lokasi ditentukan dari nilai kelimpahan relatifnya.

Nilai kelimpahan relatif ditentukan dimasing-masing lokasi pengamatan yaitu sawah, tambak dan hutan mangrove dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar satwa yang terekam kamera jebak yang berada di luar dan dalam kawasan Suaka Margasatwa Kerumutan

Nama burung	Nama ilmiah	IKR (%)		
		sawah	tambak	hutan mangrove
kuntul kecil	<i>Egretta garzetta</i>	25.27	26.48	11.5
kuntulkerbau	<i>Bubulcus ibis</i>	6.05	0	5.12
kuntul besar	<i>Ardea alba</i>	0	8.74	7.71
kuntul cina	<i>Egretta eulophotes</i>	0	8.55	0
kuntul perak	<i>Ardea intermedia</i>	0	7.28	8.2
bambangan merah	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	1.94	0	0
bambangan coklat	<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	0.86	0	0
blekok sawah	<i>Ardeola speciosa</i>	20.73	5.64	6.55
cekakak sungai	<i>Todiramphus chloris</i>	1.3	0	0.11
cekakak belukar	<i>Halcyon smyrnensis</i>	1.94	0	0
raja udang biru	<i>Alcedo coerulescens</i>	1.73	0.55	1.32
raja udang erasia	<i>Alcedo atthis</i>	0	0.09	0
pecuk padi hitam	<i>Phalacrocorax sulcirostris</i>	13.39	21.93	7.15
pecuk padi kecil	<i>Phalacrocorax niger</i>	0	0	2.64
bangau bluwok	<i>Mycteria cinerea</i>	0	0	8.53
bangau tong tong	<i>Leptoptilos javanicus</i>	0	0	6.22
trinil pantai	<i>Actitis hypoleucos</i>	6.48	6.28	6.05
trinil semak	<i>Tringa glareola</i>	0	4.46	2.81
cerek tilil	<i>Charadrius alexandrinus</i>	3.46	5.73	4.9

ibis roko roko	<i>Plegadis falcinellus</i>	0	0.91	5.28
gagang bayam timur	<i>Himantopus leucocephalus</i>	0	0.27	0
gagang bayam polos	<i>Himantopus himantopus</i>	0	0.36	0
dara laut jambul	<i>Thalasseus bergii</i>	0	0	0.5
gajahan penggala	<i>Numenius phaeopus</i>	0	0	5.94
cangak abu	<i>Ardea cinerea</i>	0	0	4.29
cangak merah	<i>Ardea purpurea</i>	0	0.73	0
kokokan laut	<i>Butorides striata</i>	0	2	1.87
belibis polos	<i>Dendrocygna javanica</i>	0	0	3.3

Kehadiran burung air di lokasi pengamatan dipengaruhi sumber daya yang cukup seperti ketersediaan pakannya dan tempat berlindung. Jenis burung air yang ditemukan di setiap tipe habitat berbeda-beda. Namun, jenis terbanyak ditemukan pada kawasan hutan mangrove.

Pada areal sawah jenis burung air yang ditemukan tidak sebanyak yang ditemukan di hutan mangrove. Kehadiran burung air di areal ini dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang membuat burung air sedikit terganggu. Selain itu, minimnya tegakan tumbuhan sebagai tempat burung air bertengger dan beristirahat juga mempengaruhi keberadaannya di lokasi penelitian.

Serupa dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Irwan (2014) keanekaragaman burung di areal sawah dengan hutan mangrove memiliki perbedaan yang besar. Hal ini dikarenakan habitat tersebut kurang memberikan ruang bagi burung untuk dapat tinggal, hanya burung-burung tertentu saja. Lokasi sawah hanya dijadikan sebagai tempat mencari makan dan tempat persinggahan saja.

Pada kawasan tambak jenis burung air yang ditemukan tak berbeda jauh dari areal sawah. Namun individu dari jenis burung air tersebut ditemukan dengan jumlah yang sangat banyak pada tambak-tambak yang sudah dalam keadaan kering atau sudah sedikit airnya. Hal ini memudahkan burung

air untuk menangkap mangsanya. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Abrini dkk., (2018) banyaknya burung air yang ditemukan di areal tambak karena memiliki banyak nutrisi pada substrat lumpur. Aktivitas makan burung pantai di areal tambak banyak dilakukan pada tambak baru panen dengan kondisi substrat masih basah dan lunak. Teridentifikasi jenis burung air gagang bayam belang (*Himantopus himantopus*) dan gagang bayam timur (*Himantopus leucocephalus*) yang hanya ditemukan di kawasan tambak.

Sebagian besar burung air yang teridentifikasi merupakan burung pemangsa ikan. Berkaitan dengan morfologi dan sumber daya alamnya, burung air di kawasan lahan basah bergantung pada keberadaan ikan dan keadaan perairan sekitarnya. Menurut Rose dan Scoot (1994) lokasi mencari makan pada burung biasanya dipilih berdasarkan perbedaan bentuk dan ukuran tubuh setiap jenis serta makanan yang disukai. Jenis bangau tong-tong (*Leptoptilos javanicus*) dan bangau bluwok (*Mycteria cinerea*) teridentifikasi dan hanya ditemukan pada tipe habitat hutan mangrove. Hal ini diduga karena ukuran tubuh yang cenderung besar membuatnya lebih mudah mencari mangsa pada hamparan lumpur sekaligus memanfaatkan tegakan pohon yang rindang sebagai tempat berlindung.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Desa Margasari jenis habitat yang paling banyak ditemukan jenis burung air adalah hutan mangrove. Tipe habitat lahan basah di Desa Margasari mempengaruhi keanekaragaman jenis burung air di lokasi tersebut. Berdasarkan perhitungan data didapatkan nilai indeks keanekaragaman jenis burung air tergolong kategori sedang, yaitu 2,03 pada tipe habitat sawah, 2,17 pada tipe habitat tambak, dan 2,80 pada tipe habitat hutan mangrove.

REFERENSI

- Abrini, H., E.L.Widiastuti, J. Master, Y. Kurnia. 2018. Inventarisasi Burung di Lampung Mangrove Center (LMC), Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Untuk Kehidupan*. Jakarta.
- Data Burung Indonesia. 2018. *Jenis Burung Khas Indonesia Bertambah di 2018*. <https://www.mongabay.co.id/jenis-burung-khas-indonesia-bertambah-di-2018>. Diakses pada 9 November 2018.
- Dewi, T.S. 2005. *Kajian Keanekaragaman Jenis Burung di Berbagai Tipe Lanskap Hutan Tanaman Pinus (Studi Kasus : Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Elfidasari, D. 2007. Jenis Interaksi Intraspesifik dan Interspesifik pada Tiga Jenis Kuntul Saat Mencari Makan di Sekitar Cagar Alam Pulau Dua Serang, Provinsi Banten. *Biodiversitas*. 8 (4) : 266-269.
- Hadianto, Mulyadi, A., Siregar, YI. 2012. *Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Kota Pekanbaru*. Jurnal Lingkungan PPS Universitas Riau.
- Irwan, M. K. 2014. *Keanekaragaman Jenis Burung di Lampung Mangrove Center Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur*.(Skripsi). Universitas Lampung. Bandarlampung.
- Magurran, A.E. 2004. *Ecological Diversity and its Measurement*. Croom Helmed Limited. London (GB).
- Meffe GK & Carroll CR. 1994. *Principles of Conservation Biology*. Massachussets: Sinauer Association, INC.
- Rose, PP.M. dan D.A. Scoot. 1994. *Waterfowl Population*.

Karakter-Karakter Fenotipik Pembeda Spesies Pada Cacing Laut Famili Terebellidae (Polychaeta) di Kawasan Wisata Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat

Junardi ¹⁾, Heru Winarko ¹⁾ Tri Rima Setyawati ¹⁾

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124, Indonesia

E-mail: junardi@fmipa.untan.ac.id

ABSTRACT

The Terebellidae is one of the Polychaetes marine worm families that has high morphological variation. This family can be used as study of phenotypic characters but can also be a source of error in identification. The purpose of this study is to obtain data on the phenotypic characteristics of the distinguishing species of Terebellidae which exist sympatrically in the Lemukutan Island water, West Kalimantan. Analysis of grouping of distinguishing characters using the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA). Samples were obtained as many as 78 individuals identified as two species namely *Thelepus cf. robustus* and *Terebellobranchia* sp. Analysis of grouping shows the two species have a similarity rate of 46%. Intraspecific variation was found to be higher in *Terebellobranchia* sp. reaching up to 97%, so we get two groupings of *Terebellobranchia* populations. The grouping of the Terebellidae family is determined by 18 distinguishing phenotypic characters.

Keywords: Phenotypic characters, *Terebellidae*, *Terebellobranchia*, *Thelepus robustus*

PENDAHULUAN

Pulau Lemukutan merupakan salah satu pulau yang terletak di Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. Pulau ini merupakan lokasi nelayan mencari ikan, udang dan kima serta tempat budidaya rumput laut. Pulau Lemukutan juga telah lama sebagai salah satu lokasi destinasi wisata karena memiliki perairan yang jernih dan terumbu karang yang baik. Aktivitas-aktivitas pada ekosistem pulau ini belum dikelola dengan baik sehingga dikhawatirkan dapat berdampak pada penurunan kualitas lingkungannya. Sejak tahun 2004, pemerintah daerah menetapkan pulau ini selain sebagai kawasan wisata alam laut daerah juga sekaligus sebagai kawasan konservasi perairan sejak tahun 2004

(LKKPN, 2009), namun pemanfaatannya masih tumpang tindih.

Pada bagian pantainya yang berbatu, banyak juga ditemukan cacing laut (Polychaeta) famili Terebellidae atau lebih dikenal sebagai cacing tabung. Keberadaan cacing ini yang menempelkan tabungnya pada batu-batuan pantai memiliki kerentanan tinggi terhadap gangguan semua aktivitas yang dilakukan oleh nelayan dan pengunjung wisata. Famili ini secara umum mengambil makanan dengan cara menyaring suspensi yang ada di dalam air, sehingga jika ada aktivitas yang menyebabkan meningkatnya kekeruhan maka cacing ini dapat terganggu. Sampai saat ini spesies cacing Terebellidae di Pulau Lemukutan belum diidentifikasi, sementara itu cacing ini

merupakan famili dengan kekayaan spesies tertinggi di Indonesia yaitu 70 spesies (Widjaja, et al., 2014). Famili ini juga diketahui memiliki lebih dari 400 spesies di dunia yang dimasukkan ke dalam 60 genera (Garraffoni & Camargo, 2007) dan terbagi menjadi 4 subfamili Terebellinae (Rouse & Pleijel, 2001), Polycirrinae, Thelepodinae dan Tricobanchinae (Garraffoni & Lana, 2004).

Secara taksonomis, hubungan antar sub-famili dalam famili Terebellidae saat ini masih belum jelas karena banyaknya perbedaan pendapat dalam pengelompokan dan pengklasifikasiannya. Hasil diagnosis yang berbeda-beda juga banyak ditemukan dalam famili ini akibat tingginya variasi morfologi pada tingkat sub-famili dan genera, misalnya pada sub-famili Trichobanchinae.

Status taksonomi Trichobanchinae sebagai sub-famili Terebellidae hingga saat ini masih menjadi perdebatan oleh para peneliti karena perbedaan karakter morfologi yang dimilikinya. Menurut Glasby, et al., (2004), Trichobanchinae tidak termasuk ke dalam anggota famili Terebellidae dan memisahkannya menjadi famili baru yaitu Trichobanchidae. Pendapat tersebut tidak didukung oleh Rouse & Pleijel (2001) dan Garraffoni & Camargo (2007) karena tidak ada data filogenetik yang membuktikannya.

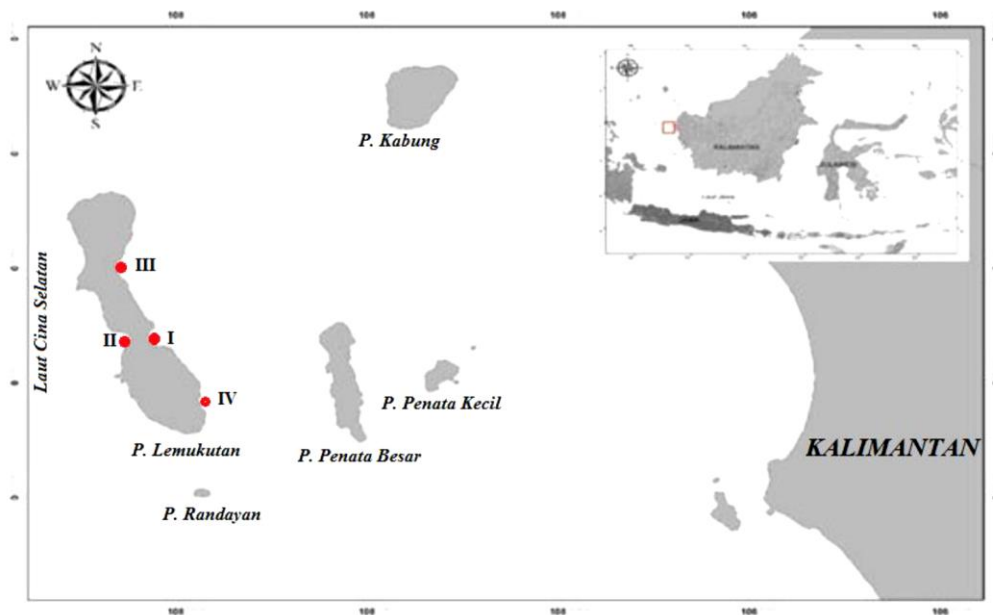
Diagnosis yang berbeda-beda dalam famili Terebellidae juga ditemukan pada tingkat genera, misalnya pada beberapa genera anggota Polycirrinae. Anggota Polycirrinae sering dianggap sebagai Terebellinae oleh beberapa peneliti karena keduanya tidak memiliki branchiae. Anggota dari kedua sub-famili ini kemudian dideskripsikan kembali oleh (McHugh, 1995) sehingga keduanya dapat dibedakan

berdasarkan karakter susunan uncini dan setiger.

Karakter *Branchiae* yang dapat dilihat secara visual nampaknya cacing yang hidup di pantai berbatu Pulau Lemukutan berbeda spesies, namun untuk memastikan hal tersebut dibutuhkan pengamatan karakter fenotipik lain yang lebih lengkap. Tujuan penelitian ini mendapatkan data tentang karakter-karakter fenotipik pembeda spesies cacing Polychaeta famili Terebellidae di perairan Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat. Data hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan pantai pulau Lemukutan yang lebih baik.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret sampai Mei 2018 di Pulau Lemukutan, Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang (Gambar 1). Pulau ini secara geografis terletak pada posisi 0° 50' 25.88" LU dan 108° 41' 10.68" BT dengan luas daratan 12.520 Ha dan berjarak 38 km dari daratan utama Pulau Kalimantan (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2005). Pulau Lemukutan berbentuk memanjang dari arah utara ke selatan. Secara umum nilai gradien kemiringan rata-rata dasar laut pulau ini berkisar antara 0,1 – 0,2°. Substrat berupa pasir berwarna abu-abu yang bersifat lepas-lepas, berbutir halus sampai sangat kasar dan lumpuran dengan salinitas perairan sebesar 32-33 ‰ dengan suhu antara 31-31.5°C (Tangkudung et al., 2018). Sampel cacing Terebellidae diambil dari empat lokasi, dua lokasi di sebelah dalam atau dekat dengan daratan pulau Kalimantan (Lokasi I dan III) sementara dua lokasi lainnya berada di sebelah luar yang berbatasan langsung dengan laut Natuna (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Pulau Lemukutan (sumber: ArcGIS, 2019)

Pengambilan sampel Cacing Terebellidae dilakukan pada waktu air surut dengan cara diambil langsung dengan tangan (*hand collection*) dari balik batuan dan substrat keras yang merupakan habitat hidupnya. Sampel yang didapat kemudian dikumpulkan dan dimasukkan dalam larutan formalin 4% selama satu hari. Sampel kemudian dipindahkan ke dalam alkohol 70%, diberi label dan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk proses identifikasi. Karakter-karakter yang diamati dalam identifikasi hanya karakter fenotipik menggunakan buku identifikasi (Fauchald, 1977), (Londono-Mesa & Carrera-Parra, 2005) dan (Jirkov & Leontovich, 2013). Pengamatan karakter morfologi tubuh menggunakan mikroskop majemuk (Type LB-21) dan mikroskop stereo (Type LB-430).

Karakter morfometrik juga diukur meliputi panjang, diameter dan bobot tubuh serta jumlah segmen. Panjang tubuh diukur dari ujung anterior (tidak termasuk tentakel bukal) hingga ujung posterior, sedangkan

diameter tubuh diukur pada segmen ke-10. Pengukuran uncini dilakukan pada uncini neuropodia ke-8 meliputi ukuran tinggi dan lebar. Tinggi diukur dari puncak (*cappitium*) hingga bagian basis termasuk tonjolan posterior (jika ada). Lebar uncini diukur dari kedua ujung basis uncini. Data hasil pengamatan dari penelitian ini di analisis secara deskriptif dan analisis pengelompokan UGPMMA untuk melihat kedekatan hubungan antar spesies melalui NTSYS v. 2.02i.

HASIL DAN PEMBAHASAN

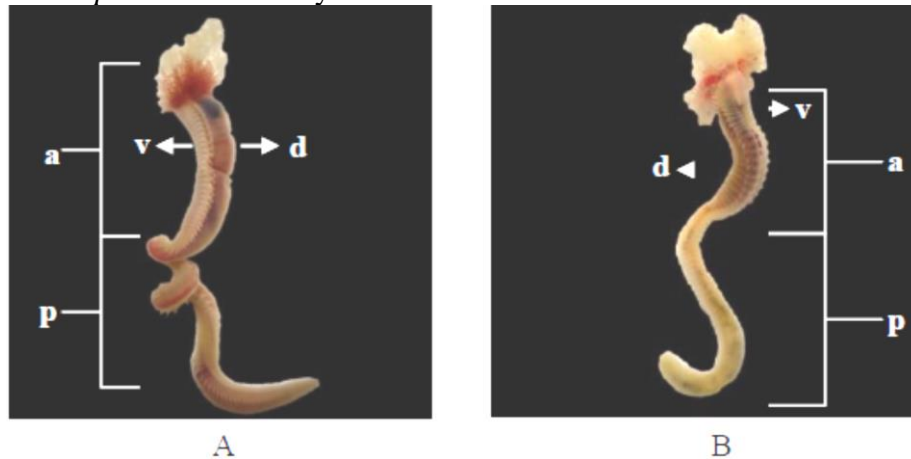
A. Hasil

Spesimen Terebellidae dari Pulau Lemukutan diperoleh sebanyak 78 individu. Karakter-karakter morfologi yang digunakan untuk membedakan masing-masing individu mendapatkan cacing tersebut terdiri atas dua spesies. Karakter *branchiae* dan *uncini* menunjukkan bahwa kedua spesies tersebut juga dari subfamili berbeda, yaitu

Thelepodinae dan *Terebellinae* (Nogueira, *et al.*, 2010).

Identifikasi yang dilakukan menunjukkan bahwa *Terebellidae* di Pulau Lemukutan terdiri dari dua jenis spesies, yaitu *Thelepus cf. robustus* (Gambar 2A) dari sub-famili *Thelepodinae* sebanyak 14

individu dan *Terebellobranchia* sp. (Gambar 2B) dari sub-famili *Terebellinae* sebanyak 64 individu. Seluruh daerah ventral kelompok ini umumnya ditutupi oleh kelenjar yang membentuk bantalan tebal dan bergelombang (Nogueira, *et al.*, 2010).



Gambar 2. Morfologi cacing Terebellid A. *Thelepus cf. robustus*, B. *Terebellobranchia* sp. (a: anterior; p: posterior; v: ventral; d: dorsal)

Karakter morfologi kedua spesies tersebut dapat dibedakan berdasarkan bentuk bibir atas dan ada tidaknya mata pada bagian kepala. Bagian tubuh keduanya dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan asal branchiae serta ada tidaknya papilla nefridial di segmen 6-8. Karakter morfologi spesies *Terebellidae* seperti yang tersaji dalam Tabel 1.

Karakter fenotipik yang sama-sama dimiliki oleh kedua spesies mencakup 17 karakter yaitu kepala dengan 4 karakter posisi prostomium, ukuran bibir bawah lebih kecil dibanding bibir atas, asal tentakel bukal dari prostomium dan warna tentakel putih. Morfologi tubuh sama-sama tidak memiliki lobus lateral, warna merah branchia, jumlah branchia 3, tanpa lateral lappet, papilla nefridial 4 dan 5. Karakter parapodia keduanya sama-sama memiliki sebaran tipe seta seragam, neuropodia segmen pertama

terletak di segmen ke-5, sebaran neuropodia sampai ke pygidium, uncini neuropodia pertama berjumlah satu baris, tipe uncini avicular dengan manubrium pendek. Kedua spesies tersebut juga sama-sama memiliki tabung.

Analisis kekerabatan dengan metode UGPMMA menghasilkan dendrogram yang menggambarkan jarak kekerabatan *Terebellidae* di Pulau Lemukutan. Dendrogram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa *Terebellidae* di Pulau Lemukutan terbagi menjadi dua kelompok besar dengan skala kemiripan 46% yaitu kelompok *Thelepus cf. robustus* dan *Terebellobranchia* sp. Kelompok *Terebellobranchia* sp. selanjutnya terbagi menjadi 2 kelompok kecil pada tingkat kemiripan 97% memisahkan *Terebellobranchia* sp. dari stasiun 2 dengan *Terebellobranchia* sp. dari stasiun 1, 3 dan 4. Hasil yang diperoleh dari denogram

berdasarkan UGPMA, yaitu diperoleh dua kelompok besar yang berbeda pada 2 kuadran berbeda dengan persentase

keragaman kumulatif 79,2%. Dua kelompok tersebut adalah *Thelepus cf. robustus* dan *Terebellobranchia* sp. (Gambar 3).

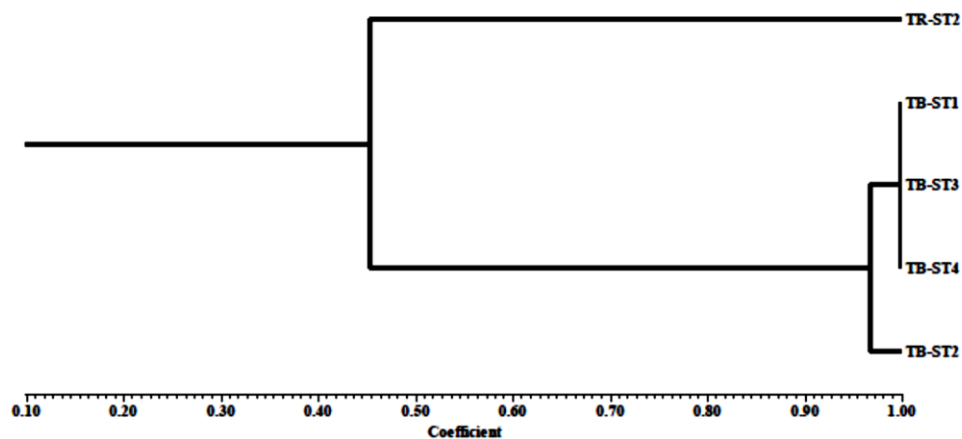
Tabel 1. Perbedaan karakter Morfologi *Terebellidae* di Pulau Lemukutan

No	Karakter	Nama Spesies	
		<i>Thelepus cf. robustus</i>	<i>Terebellobranchia</i> Sp.
1	Kepala		
	a. Bibir atas	Berlekuk	membulat
	b. Mata	tidak ada	ada
2	Tubuh		
	a. <i>Branchiae</i>	Filiform	dikotomus
	b. Asal <i>branchiae</i>	segmen ke-2,3 dan 4	segmen 2,3 dan 6
	c. Papila nefridial 6	tidak ada	ada
	d. Papila nefridial 7	tidak ada	ada
	e. Papila nefridial 8	tidak ada	ada
3	Parapodia		
	a. Notopodia ke-1	segmen 3	segmen 4
	b. Sebaran notopodia	hingga akhir <i>pigydium</i>	pertengahan tubuh
	c. Tipe seta setiger 7	Sederhana	bergerigi
	d. Uncini neuropodia ke-8	1 baris	2 baris
	e. Uncini neuropodia ke-21	1 baris	2 baris
	f. Tinggi uncini	16-21 μm	9-21 μm
	g. Lebar uncini	20-28 μm	5-14 μm
	h. <i>Cappitium</i>	2	>2
	i. Tonjolan subrostral	tumpul	runcing
4	Pigydium		
	a. Bentuk <i>pigydium</i>	runcing	tumpul

Hubungan kekerabatan pada dendogram menunjukkan bahwa spesies *Thelepus cf. robustus* memiliki kekerabatan yang jauh dengan spesies *Terebellobranchia* sp. Hal ini dapat dilihat dari rendahnya nilai jarak kekerabatan kedua spesies tersebut pada dendogram, yaitu 46%. Menurut Dharmayanti (2011), semakin tinggi nilai jarak kekerabatan maka semakin dekat hubungan kekerabatan kedua individu. Jarak kekerabatan kedua spesies tersebut

dipengaruhi oleh perbedaan karakter dari kedua spesies.

Karakter utama sebanyak 18 karakter yang berpengaruh terhadap pengelompokan kedua spesies tersebut. Karakter-karakter tersebut meliputi karakter mata, bibir bawah, *branchiae*, sebaran *branchiae*, notopodia pertama, sebaran notopodia, tipe seta, uncini neuropodia ke-8, uncini neuropodia ke-21, lebar uncini dan tinggi uncini, tonjolan subrostral, *cappitium*, papila nefridial segmen 6-8, *pigydium* dan *manubrium*.



Gambar 3. Hubungan kekerabatan *Terebellidae* (TR: *Thelepus cf. robustus*, TB: *Terebellobranchia* sp., ST1-ST4: Stasiun 1-4).

B. Pembahasan

Karakter fenotip kedua spesies menunjukkan bahwa organ mata tidak ditemukan pada semua spesimen *Thelepus cf. robustus*, namun ditemukan pada spesies *Terebellobranchia* sp. Spesies *Terebellobranchia* sp. memiliki struktur bibir bawah yang lebih padat dan tebal jika dibandingkan pada spesies *Thelepus cf. robustus*. Kedua spesies ini juga ditandai dengan karakter *branchiae* yang sangat berbeda satu sama lain. *Branchiae* pada spesies *Thelepus cf. robustus* berupa filamen-filamen sederhana (*filiform*) yang muncul pada permukaan tubuh dan terdistribusi kontinu. Karakter ini sesuai dengan pendapat Hutchings *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa kelompok ini memiliki filamen *branchiae* yang muncul secara independen dari beberapa titik pada dinding tubuh.

Spesies *Thelepus cf. robustus* memiliki karakter *branchiae* yang berbeda dengan spesies *Terebellobranchia* sp. berupa filamen bercabang (dikotomus) yang terdistribusi diskontinu. Percabangan *branchiae* ditopang oleh batang utama (basal) yang berukuran pendek dan besar. Karakter tersebut sesuai dengan Hutchings *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa *Branchiae* dari kelompok ini umumnya berupa filamen bercabang yang

muncul pada batang utama (basal) dan berasal dari satu titik pada dinding tubuh di setiap sisi.

Branchiae merupakan organ yang berperan dalam sistem pernafasan *Terebellidae*. Filamen pada *branchiae* memiliki jalur silia yang meningkatkan sirkulasi air sehingga meningkatkan efisiensi pertukaran gas. Jalur ini umumnya dilengkapi dengan sinus darah di dasar *branchiae* yang memompa darah bertekanan tinggi ke dalam filamen cabang (Hutchings *et al.*, 2017).

Thelepus cf. robustus memiliki notopodia yang dimulai dari segmen ke-2 dan berakhir hingga *pigydium* yang dilengkapi dengan seta sederhana, sedangkan pada *Terebellobranchia* sp. notopodia dimulai dari segmen ke-4 hingga pertengahan tubuh dengan seta bergerigi. Papila nefridial tidak ditemukan pada *Thelepus cf. robustus* namun ditemukan pada *Terebellobranchia* sp. pada segmen ke-6 hingga segmen ke-8.

Uncini pada spesies *Thelepus cf. robustus* dan *Terebellobranchia* sp. termasuk ke dalam tipe uncini avicular, yaitu tipe uncini dengan beberapa baris *cappitium* di atas taring utama (*rostrum*) yang tersusun horizontal (Hutchings *et al.*, 2017).

Perbedaan keduanya terletak pada jumlah *cappitium*, ukuran dan perkembangan bagian-bagian uncini seperti bentuk *manubrium* yang lebih menonjol pada *Terebellobranchia* sp. dibandingkan *manubrium* uncini pada *Thelepus* cf. *robustus*. Selain itu perbedaan uncini juga dapat dilihat dari susunan uncini neuropodia ke-8. Uncini pada *Thelepus* cf. *robustus* tersusun dalam 1 baris pada semua neuropodia, sementara uncini *Terebellobranchia* sp. mengalami inversi sehingga tersusun dalam 2 baris pada neuropodia ke-8 sampai *pigydium*. Karakter ini sesuai dengan Nogueira *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa anggota *Thelepodinae* memiliki karakter neuropodia dengan neuroseta yang selalu diatur dalam satu baris. Berbeda dengan *Terebellinae* yang ditandai dengan beberapa neuroseta (uncini) disusun dalam dua baris.

Menurut Hausen (2005), kehadiran dua baris uncini pada *Terebellidae* dewasa disebabkan oleh inversi seta pada *chaetoblas* di bagian atas segmen yang awalnya disusun dalam satu baris. Perubahan dalam penempatan uncini selama perkembangan dapat menghasilkan dua pola morfologi yang sangat berbeda pada *Terebellidae* dewasa. Inversi uncini pada pola pertama secara efektif membentuk dua barisan uncini yang diposisikan dari depan ke depan atau belakang ke belakang. Pola kedua membalikan dari uncini tidak membentuk baris kedua secara tegas, tetapi hanya secara bergantian membalikkan posisi uncini (Garraffoni & Lana, 2010). Uncini pada *Terebellobranchia* sp. di Pulau Lemukutan mengikuti pola yang kedua. Ujung posterior kedua spesies ini dapat dibedakan dari bentuk *pigydium*. *Pigydium* spesies *Thelepus* cf. *robustus* berbentuk meruncing dengan diameter segmen yang semakin kecil berbeda dengan *Terebellobranchia* sp. yang memiliki

pigydium tumpul dan diameter segmen seragam.

Nilai kekerabatan pada dendogram juga menunjukkan bahwa spesies *Terebellobranchia* sp. terbagi menjadi dua kelompok pada tingkat kemiripan 97%. Grafik pada UPGMA memisahkan populasi *Terebellobranchia* sp. stasiun 2 dari populasi *Terebellobranchia* sp. stasiun 1, 3 dan 4. Kondisi tersebut menunjukkan adanya variasi fenotip dalam spesies, dalam penelitian ini variasi diketahui terdapat pada ukuran tinggi uncini. Ukuran rata-rata tinggi uncini pada *Terebellobranchia* sp. stasiun 2 lebih rendah dibandingkan dengan ukuran rata-rata tinggi uncini *Terebellobranchia* sp. yang ditemukan pada stasiun 1,3 dan 4.

Variasi morfologi uncini dalam spesies dapat disebabkan oleh ukuran tubuh dan berkaitan dengan kebutuhan fungsional (Duchene & Bhaud, 1988). Hal ini dapat dilihat dari ukuran tubuh *Terebellobranchia* sp. pada stasiun dua rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan *Terebellobranchia* sp. dari ketiga stasiun lainnya. Selain itu, kondisi habitat juga dapat mempengaruhi perkembangan morfologi dari uncini karena berkaitan dengan kebutuhan fungsional. Menurut Glasby & Glasby (2004), ukuran uncini yang berbeda dalam genus *Polycirrus* dan berasumsi bahwa perbedaan tersebut merupakan respon terhadap kondisi habitat. Uncini dengan bagian basis yang lebih datar dan *occipitium* pendek kurang efektif dalam fungsinya sebagai jangkar atau penahan dibandingkan dengan uncini yang memiliki basis cembung atau cekung dan *occipitium* panjang.

Spesies *Terebellobranchia* sp. berukuran kecil dan sangat rentan terhadap terjangan ombak, sehingga cacing umumnya akan merekatkan dirinya dibalik bebatuan. Stasiun 2 penelitian ini terletak di sebelah barat Pulau Lemukutan dengan kondisi

substrat berupa pasir berlumpur dan perairan yang lebih tenang. Berbeda dengan stasiun 2, stasiun 1, 3 dan 4 berada di sebelah timur dengan karakter substrat dominan pasir, bebatuan dan ombak yang kuat. Ukuran tubuh cacing yang kecil mudah terlepas dari substrat akibat terjangan ombak sehingga membutuhkan penahan yang lebih kuat dengan ukuran uncini yang lebih besar dan *occipitium* lebih tinggi.

Cacing *Terebellidae* di Pulau Lemukutan terdiri atas dua jenis yaitu *Thelepus* cf. *robustus* dan *Terebellobranchia* sp. Variasi dalam spesies terjadi pada spesies *Terebellobranchia* sp disebabkan oleh adanya variasi tinggi uncini. Delapan belas karakter utama yang membedakan spesies *Thelepus* cf. *robustus* dan *Terebellobranchia* sp., yaitu karakter mata, bibir atas, *branchiae*, sebaran *branchiae*, notopodia pertama, sebaran notopodia, tipe seta, uncini neuropodia ke-8, uncini neuropodia ke-21, lebar uncini dan tinggi uncini, tonjolan subrostral, *manubrium*, *cappitium*, papila nefridial segmen 6-8, *pigydium*.

KESIMPULAN

Cacing famili *Terebellidae* yang hidup simpatrik dapat dibedakan berdasarkan 18 karakter fenotipik dengan dua spesies *Thelepus* cf. *robustus* dan *Terebellobranchia* sp. dan 17 karakter fenotipik yang sama. Kedua spesies dimasukan dalam dua subfamili berbeda, *Thelepodinae* dan *Terebellinae* dengan tingkat kemiripan 46%.

REFERENSI

- Dharmayanti, N. I. (2011). Filogenetika Molekuler: Metode Taksonomi Organisme Berdasarkan Sejarah Evolusi. *Wartazoa*, 2(1), 1-10.
- Hausen, H. (2005). Chaetae and chaetogenesis in polychaetes
- Duchene, J. C., & Bhaud, M. (1988). Uncinal patterns and age determination in Terebellid polychaetes. *Marine Ecology Progress Series*, 49, 267-275.
- Fauchald, K. (1977). *The Polychaete Worms: Definitions and Keys to the Orders, Families, and Genera*. California: Natural History Museum of Los Angeles County.
- Garraffoni, A. R., & Camargo, M. G. (2007). A new application of morphometrics in a study of the variation in uncinal shape present within the *Terebellidae* (Polychaeta): A reevaluation from digital images. *Cahiers de Biologie Marine* 48(3):229-240, 48(3), 229-240.
- Garraffoni, A. R., & Lana, P. C. (2004). Cladistic analysis of the subfamily *Trichobranchinae* (Polychaeta: *Terebellidae*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 973-982.
- Garraffoni, A. R., & Lana, P. C. (2010). A critical review of ontogenetic development in *Terebellidae* (Polychaeta). *Acta Zoologica*, 91, 390-401.
- Glasby, C. J., & Glasby, T. M. (2004). Two types of uncini in *Polycirrus* (Polychaeta: *Terebellidae*: *Polycirrinae*) revealed using geometric morphometrics. *Journal of Natural History*, 40(5-6), 237-253.
- Glasby, C. J., Hutchings, P. A., & Hall, K. (2004). Assessment of monophyly and taxon affinities within the polychaete clade *Terebelliformia* (*Terebellida*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84, 961-971.
- (Annelida). *Hydrobiologia*, 535/536, 37-52.

- Hutchings, P., Nogueira, J., & Carrerette, O. (2017). Terebellidae Johnston, 1846. In F. E. Zachos, & R. J. Asher, *Handbook of Zoology: A Natural History of the Phyla of the Animal Kingdom* (pp. 1-64). Berlin: Walter de Gruyter & Co.
- Jirkov, I. A., & Leontovich, M. (2013). Identification keys for Terebellomorpha (Polychaeta) of the eastern Atlantic and the North Polar Basin. *Invertebrates Zoology*, 10, 217-243.
- Loka Kawasan Konservasi Perairan (2009). *Kawasan Konservasi Laut Daerah Kalimantan Barat*. Jakarta: Direktorat Jendral Kawasan Pesisir dan Pulau pulau Kecil.
- Londono-Mesa, M. H., & Carrera-Parra, L. F. (2005). Terebellidae (Polychaeta) from the Mexican Caribbean with description of four new species. *Zootaxa* 1057, 1057, 1-44.
- McHugh, D. (1995). Phylogenetic analysis of the Amphitritinae (Polychaeta: Terebellidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 114, 405-429.
- Nogueira, J. M., Hutchings, P. A., & Fukuda, M. V. (2010). Morphology of terebelliform polychaetes (Annelida: Polychaeta: Terebelliformia), with a focus on Terebellidae. *Zootaxa*, 2460, 1-185.
- Rouse, G., & Pleijel, F. (2001). *Polychaetes*. London: Oxford University Press.
- Tangkudung, F. R., Pratiwi, N. N., & Meirany, J. (2018). Daya Dukung Pulau Lemukutan untuk Pengembangan Wisata Bahari dengan Pendekatan Oseanografi. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 5(3), 1-10.
- Widjaja, E. A., Rahayuningsih, Y., Rahajoe, J. S., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Walujo, E. B., & Semiadi, G. (2014). *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia*. Jakarta: LIPI Press.

Pengamatan Singkat Hilangnya Kelembaban Tanah Menggunakan UAV Pada Proses Suksesi Lahan di Tanah Terbuka

Mochamad Firman Ghazali^{1), 2), 3)}, I Wayan Indra Saputra¹⁾, Ahmad Zainudin⁴⁾,
Ketut Wikantika^{2), 3)}, Evi Selvia Dewi⁵⁾, Romi Fadli¹⁾

¹⁾Teknik Geodesi dan Geomatika, Universitas Lampung, Indonesia

²⁾Center for Remote Sensing, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

³⁾ForMIND, Indonesia

⁴⁾Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Indonesia

⁵⁾Sekolah Menengah Atas Pasundan 1, Cianjur, Indonesia

Email: firmam.ghazali@eng.unila.ac.id

ABSTRACT

Studying the process of land succession that occurs in open land by observing water losses in the soil is very important to know how long it takes for plants to grow naturally. Water content in the soil is understood as soil moisture. It was estimated using brightness index (BI) and a linear model of soil moisture (ω) from RGB bands of aerial photo data taken in four different times during four days. This study aims to understand changes in vegetation cover and distribution on the surface of the earth through changes in water moisture that changes all the time. The BI and ω was applied to a small area of bare land area around the University of Lampung. Besides that the quality of vegetation growth also evaluated using Green-Red Vegetation Index (GRVI). The results obtained indicates a moderate and weak correlation between the changes in soil moisture from both ω and BI and GRVI respectively. Although it failed to detect the vegetation cover change, since during that times the change in soil moisture did not follow by the succession process. Two vegetation named *Imperata cylindrical* and *Cyperatus rotundus* become the most usable plant for detecting the droughts effect while other plant is still in health condition.

Keyword: UAV, RGB, water content, land succession

PENDAHULUAN

Air yang terkandung di dalam tanah berperan sangat penting untuk tumbuhnya tanaman (Blatt, Chaumont, & Farquhar, 2014; Bouchard et al., 2007). Terlebih pada musim kemarau, kandungan air dalam tanah akan perlahan-lahan berkurang seiring dengan tingginya penguapan dan kurangnya asupan air dari hujan.

Kandungan air dalam tanah secara alamiah dipengaruhi oleh tingginya suhu udara, penguapan, tutupan vegetasi, topografi, jenis tanah dan infiltrasi air hujan (Sofyan, Wahjunie, & Hidayat, 2017). Di daerah beriklim tropis, proses evaporasi yang terjadi terutama di area yang tidak mempunyai tutupan vegetasi cukup dan terlebih hanya berupa tanah kosong, proses evaporasi terjadi lebih cepat. Sehingga,

butiran tanah akan melepas air lebih cepat ke atmosfer dalam bentuk uap air (Penman, 2004). Selain dari pada itu, peran topografi, memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kandungan air dalam tanah. Seiring dengan ketinggian berkurang, kelembaban tanah pun berkurang (Muchsin, 2010). Lebih jauh lagi, sejumlah faktor terkait dengan kelembaban tanah juga dapat dipengaruhi jenis tumbuhan yang tumbuh, arah hadap lereng, dan jumlah nitrogen dalam tanah. Ketiganya, memberikan kontribusi terhadap variasi dari tingkat kelembaban tanah sebanyak 35.7%, 7.7%, dan 3.1% (Luo et al., 2019).

Tingginya penguapan tidak hanya terjadi di tanah terbuka saja, melainkan di daerah yang mempunyai tutupan vegetasi yang rapat seperti hutan hujan tropis, area

perkebunan yang sudah memasuki fase dewasa dan tanaman padi sawah yang sudah memasuki fase akhir menjelang panen. Uap air yang terbentuk dari proses evaporasi tersebut tidak sepenuhnya terlepas ke atmosfer, melainkan tetap berada di antara permukaan tanah dan batas kanopi bagian bawah. Ini dapat dirasakan ketika berada di area hutan akan terasa lebih lembab, meskipun tidak sedang turun hujan dan pada siang hari yang terik.

Pada tanah yang mengandung tekstur lempung yang tinggi, jumlah kandungan air pada tanah yang terukur < 20% di kedalaman 40 cm dapat dikatakan kering. Sementara 40% di kedalaman 20 cm dapat dikatakan basah (Kirkham, 2005). Pada tanah yang ditumbuhi oleh vegetasi yang rapat, akan mempunyai kelembaban yang tinggi. Yaitu $0.2 - 0.6 \text{ cm}^3$. Ini lebih tinggi 0.1 cm^3 dari pada tanah yang ditumbuhi oleh rumput pada padang rumput (Luo et al., 2019). Pada tanah terbuka dengan tekstur tanah medium atau bertekstur lempung mempunyai kelembaban tanah diatas 1% (Gholami Bidkhani & Mobasheri, 2018) tapi tidak lebih dari 2% per cm^3 .

Pada area yang relatif lebih sempit, untuk mengetahui kandungan air di dalam tanah dapat dilakukan dengan menggunakan alat deteksi portable, menghitung bobot tanah kering dan basah, analisis data satelit, kombinasi data satelit dengan data lapangan sampai pada penggunaan foto udara yang hanya dilengkapi kanal biru, merah dan hijau saja. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh berbasis satelit, beragam ukuran resolusi spasial dapat membantu menjelaskan proses terjadinya perubahan kelembaban tanah. Yang artinya telah terjadi proses hilangnya air dalam butiran tanah dekat permukaan (Gao, 1996) dan juga selalu berkorelasi dengan tumbuhan yang tumbuh di atasnya (Engstrom, Hope, Kwon, & Stow, 2008; McFeeters, 1996). Terkait dengan tumbuhan yang tumbuh di atasnya, variasi jenis tumbuhan yang tumbuh dapat memberikan

perbedaan dalam tingkat kelembaban tanah (Gholami Bidkhani & Mobasheri, 2018).

Karakteristik dari perubahan kelembaban tanah dianggap sebagai faktor pengganggu didalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Kehilangan kandungan air dalam jumlah yang besar bisa menjadi penghambat untuk tanaman tersebut untuk menghasilkan bunga, memproduksi buah atau umbi dan pada akhirnya berkontribusi pada gagalnya panen (Rossato et al., 2017). Di wilayah tropis sendiri, pengaruh iklim dengan musim hujan dan kemarau yang hampir rata sepanjang tahun juga bisa berkontribusi pada hal yang sama (Kassie et al., 2013).

Sejumlah vegetasi perintis seperti rumput dan lumut biasanya menandai proses suksesi lahan baik primer dan sekunder. Proses tersebut lebih mudah diamati pada area hutan yang telah mengalami deforestasi dan pembakaran. Sekurang-kurangnya, akan membutuhkan waktu empat bulan lamanya untuk tanaman bisa tumbuh seluas 1m^2 . Setelahnya, pohon berkayu dan rerumputan tumbuh pesat (Uhl, Clark, Clark, & Murphy, 1981). Proses suksesi yang terjadi di wilayah beriklim kering dan semi-kering dapat terjadi sangat lambat (Martinez-Duro, Ferrandis, Escudero, Luzuriaga, & Herranz, 2010). Demikian halnya pada proses suksesi di lahan kosong sepertinya akan sulit terjadi pada musim kemarau. Sehingga fenomena yang mungkin dapat diamati adalah bagaimana perubahan kelembaban tanah di area tanpa vegetasi dapat memberikan pengaruh pada area bervegetasi disekitarnya. Indikasi sederhananya adalah ketika terjadi perubahan tutupan lahan dari yang semula tanpa vegetasi berubah menjadi bervegetasi, maka pada area tersebut sedang berlangsung proses suksesi.

Untuk mengetahui hal tersebut, perlu dilakukannya serangkaian pengamatan perubahan kelembaban tanah terhadap proses suksesi lahan dengan menggunakan foto udara dari UAV.

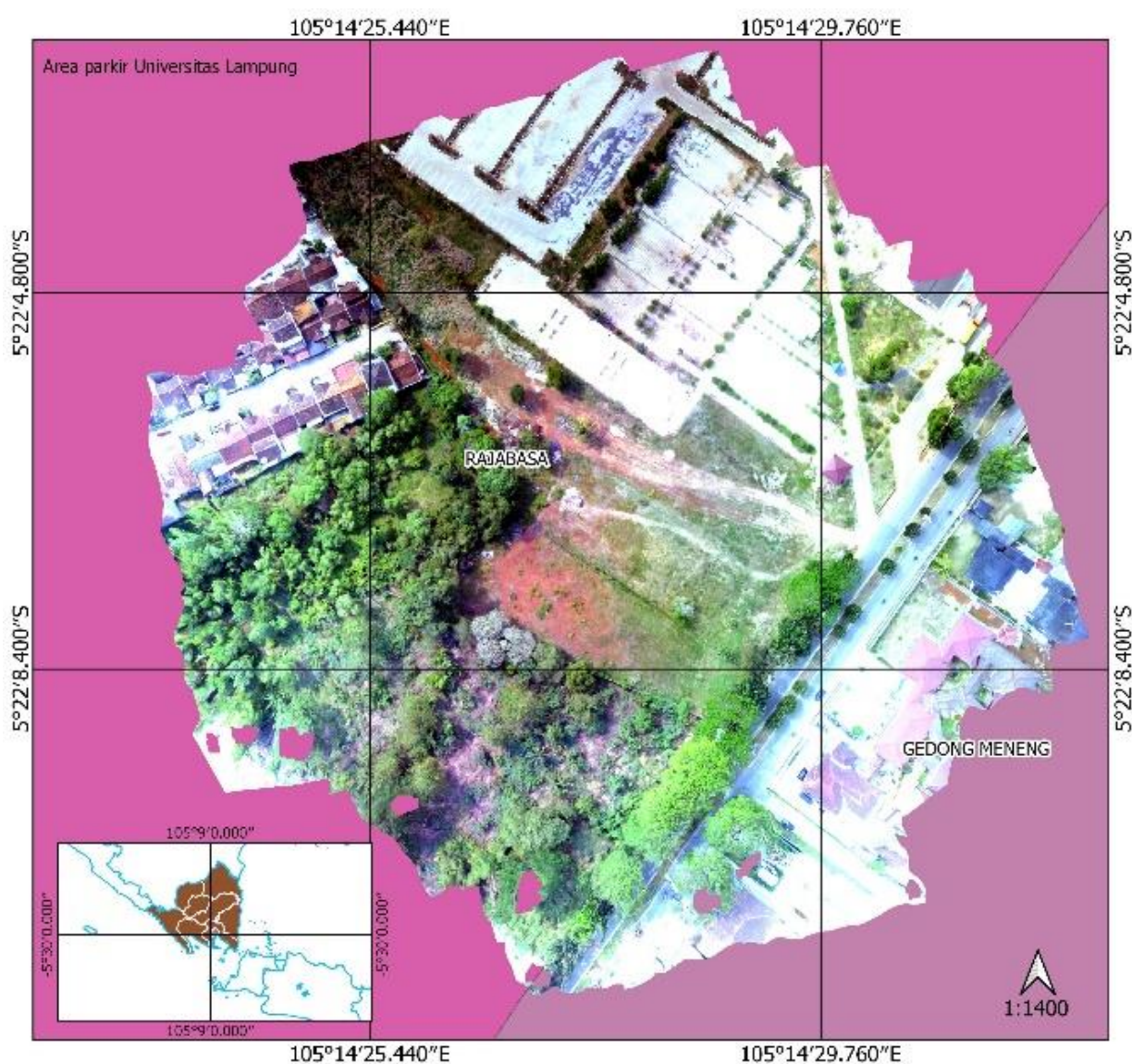
METODE

A. Area studi

Studi area berada di sebuah tanah kosong di dekat area parkir terpadu di Universitas Lampung. Area ini mempunyai kemiringan lereng yang relatif datar yaitu 0-5°. Wilayah kota Bandar Lampung sendiri pada waktu dilaksanakannya studi ini sedang berada pada puncak musim kemarau (Markhamah, 2019). Dimana biasanya berlangsung dari bulan April sampai dengan

bulan Oktober atau mengikuti siklus pergerakan angin musim.

Kondisi area studi pada waktu pengambilan waktu data, terdiri dari area terbangun berupa lahan parkir, area bervegetasi berupa rumput, semak dan beragam jenis pohon seperti Kelapa (*Cocos nucifera*), Akasia (*Acacia mangium*), Jengkol dan Pisang (*Musa sp*), juga timbunan sampah dan area lain yang tidak bervegetasi. Kondisi area ini dapat dilihat dari foto udara pada Gambar 1.



Gambar 1. Area studi pengamatan hilangnya kelembaban tanah di area parkir kampus Universitas Lampung

Sejumlah varietas rumput dan sejumlah tanaman semak lainnya dapat ditemukan dan tumbuh di sebagian area studi. Diantaranya membentuk sebuah komunitas-komunitas kecil dengan distribusi yang acak. di antara *Mimosa pudica*, *Solanum torvum*, *Clitoria ternatea*, *Euphorbia hirta*, *Tusilago farfara*, *Ipomea sp*, *Imperata cylindrical*, *Sida rhumbifolia*,

Cyperatus rotundus, *Delonix regia*, dan *Bidens pilosa* (Gambar 2).

Dengan menggunakan foto udara dari UAV, diharapkan distribusi vegetasi tersebut dapat dideteksi sehingga relasi antara perubahan nilai kelembaban dengan proses suksesi di area tersebut bisa dijelaskan dan dapat dipahami dengan baik.



Gambar 2. Dari kiri ke kanan searah jarum jam. *Mimosa pudica*, *Solanum torvum*, *Clitoria ternatea*, *Euphorbia hirta*, *Tusilago farfara*, *Ipomea sp*, *Imperata cylindrical*, *Sida rhumbifolia*, *Cyperatus rotundus*, *Delonix regia*, dan *Bidens pilosa*

B. Data

Data yang digunakan dalam studi ini adalah lima buah data foto udara yang diperoleh dari pemotretan pesawat tanpa awak (drone) yang sudah dilengkapi dengan standar kamera RGB 12 mega piksel (terdiri dari tiga kanal, yaitu biru, hijau dan merah). Data ini diambil dari ketinggian 80 meter di atas permukaan tanah, ukuran sidelap dan overlapnya 70% dan 65% dan menghasilkan

foto udara warna asli (true color) dengan ukuran piksel 3.5 cm.

Karakteristik dari data UAV yang diperoleh terdiri dari tiga kanal yaitu kanal biru, hijau dan merah dengan rentang nilai dari masing-masing piksel pada kanal tersebut adalah 30-161, 36-159 dan 32-171. Dimana nilai yang rendah menunjukkan derajat keabuan yang rendah akan terlihat gelap, sementara nilai yang tinggi mempunyai derajat keabuan yang tinggi dan

terlihat terang. Mata manusia bisa melihat warna tersebut dari hitam ke putih.

Data foto UAV ini diambil sebanyak empat kali. Yaitu pada 20-23 Agustus 2019 pada jam 11:00 dengan menggunakan Dji Phantom 3 Professional. Data tersebut akan digunakan untuk mengamati dinamika yang terjadi pada faktor edafik khususnya perubahan kelembaban tanah dan perubahan tutupan area bervegetasi.

C. Penentuan nilai kelembaban tanah

Nilai kelembaban tanah diperoleh dengan memperhatikan tingkat kecerahan dari masing-masing nilai piksel pada keseluruhan area studi yang diwakili dengan sejumlah titik pengamatan. Ciri khas spektral tanah menjadi acuan analisis pada tahap ini. Dimana pada jumlah pantulan pada kanal biru, hijau dan merah dari objek berupa tanah akan perlahan-lahan bertambah. Baru pada kanal setelah 2000 nm (inframerah pendek), nilai pantulannya akan perlahan-lahan berkurang. Besar kecilnya penambahan nilai piksel tersebut dapat diasumsikan sebagai sebuah perbedaan tingkat kelembaban tanah (Huete, 2004; Tucker, 1979).

Disamping itu penggunaan kombinasi ketiga kanal dari UAV dalam bentuk *band ratio* yaitu formula *brightness index* (BI) (Schmidt & Karnieli, 2001) dan sebuah model regresi linier (Kim, Son, Park, Kim, & Jeon, 2019) juga digunakan untuk menentukan nilai kelembaban tanah. Sementara perubahan nilai tersebut dapat diketahui dengan cara membuat sebuah analisis multi-temporal dan dengan

melakukan komparasi dari kedua hasil tersebut. Indeks kelembaban tanah yang digunakan pada studi ini diperoleh dari persamaan (1) dan (2).

$$\omega = aR + bG + cB + d \quad (1)$$

$$BI = \sqrt{\frac{R+R}{G+G}} \quad (2)$$

Dimana ω sebagai kandungan air dalam tanah (kelembaban tanah), $a, b, c,$ dan d sebagai coefficient determination (R^2) dari ketinggian terbang UAV terhadap nilai kelembaban tanah, dan RGB sebagai kanal merah, hijau dan biru dari foto udara UAV. Nilai dari R^2 yang digunakan adalah rata-rata dari nilai R^2 pada ketinggian 50 m dan 100 m. Mengingat data foto udara diakuisisi pada ketinggian 80 m, dan nilai R^2 tidak tersedia. Karena pada studi ini tidak dilakukan pengumpulan data primer berupa nilai kelembaban tanah aktual. Nilai R^2 tersebut disajikan pada tabel 1.

Untuk menentukan nilai BI, diperlukan kanal merah (R) dan hijau (G) dari foto UAV. Hasil yang diperoleh mempunyai sensitifitas pada tingkat kecerahan tanah. Dimana tingkat kecerahan tersebut juga terkait dengan kelembaban tanah dan konsentrasi garam pada tanah (Escadafal & Bacha, 1995). Tanah dengan kecerahan tinggi, berarti mempunyai kelembaban tanah yang rendah, dan pada tanah dengan tingkat kecerahan yang rendah berarti mempunyai tingkat kelembaban yang tinggi .

Tabel 1. Nilai koefisien determinasi (R^2) untuk menghitung nilai kelembaban tanah berdasarkan data RGB dari foto udara

Ketinggian	80 m	
Koefisien	a	- 0.407
	b	- 0.4225
	c	0.19
	d	94.05

D. Relasi perubahan nilai kelembaban dengan karakteristik tumbuh vegetasi

Telah dijelaskan dibagian terdahulu, bahwa air berperan dalam mendukung tumbuh tumbuhan. Kehilangan sejumlah air yang terkandung dalam tanah berkontribusi terhadap peningkatan stress pada tanaman tersebut yang ditandai dengan adanya perubahan dari bentuk, warna dan fungsinya. Karakteristik tersebut dideteksi oleh nilai Green-Red Vegetation Index (GRVI) (Motohka, Nasahara, Oguma, & Tsuchida, 2010).

GRVI digunakan untuk melihat perubahan musiman pada vegetasi di permukaan tanah yang kosong dengan resolusi temporal yang tinggi, juga secara langsung dapat menjelaskan proses fenologi sekaligus respon pada adanya gangguan alamiah terhadap proses tumbuh dan berkembangnya vegetasi tersebut (Motohka et al., 2010). Sederhananya, interpretasi nilai GRVI ini dapat dilakukan dengan memperhatikan nilai indeksnya. Dimana $GRVI = 0$ berarti tidak ada vegetasi yang tumbuh di area tersebut.

Munculnya tumbuhan berupa rumput, nilai GRVI akan berkurang menjadi negatif. Namun, semakin lebat vegetasi yang tumbuh, nilai GRVI akan berangsur naik dengan cepat. Nilainya menjadi positif. Dan akan kembali berkurang seiring dengan layunya tanaman tersebut. Sementara untuk melihat relasi nilai kelembaban (ω) dan BI terhadap indeks vegetasi (GRVI), dapat dengan mudah dilihat berdasarkan karakteristik dari bentuk diagram sebar. Formula GRVI ada pada persamaan (3).

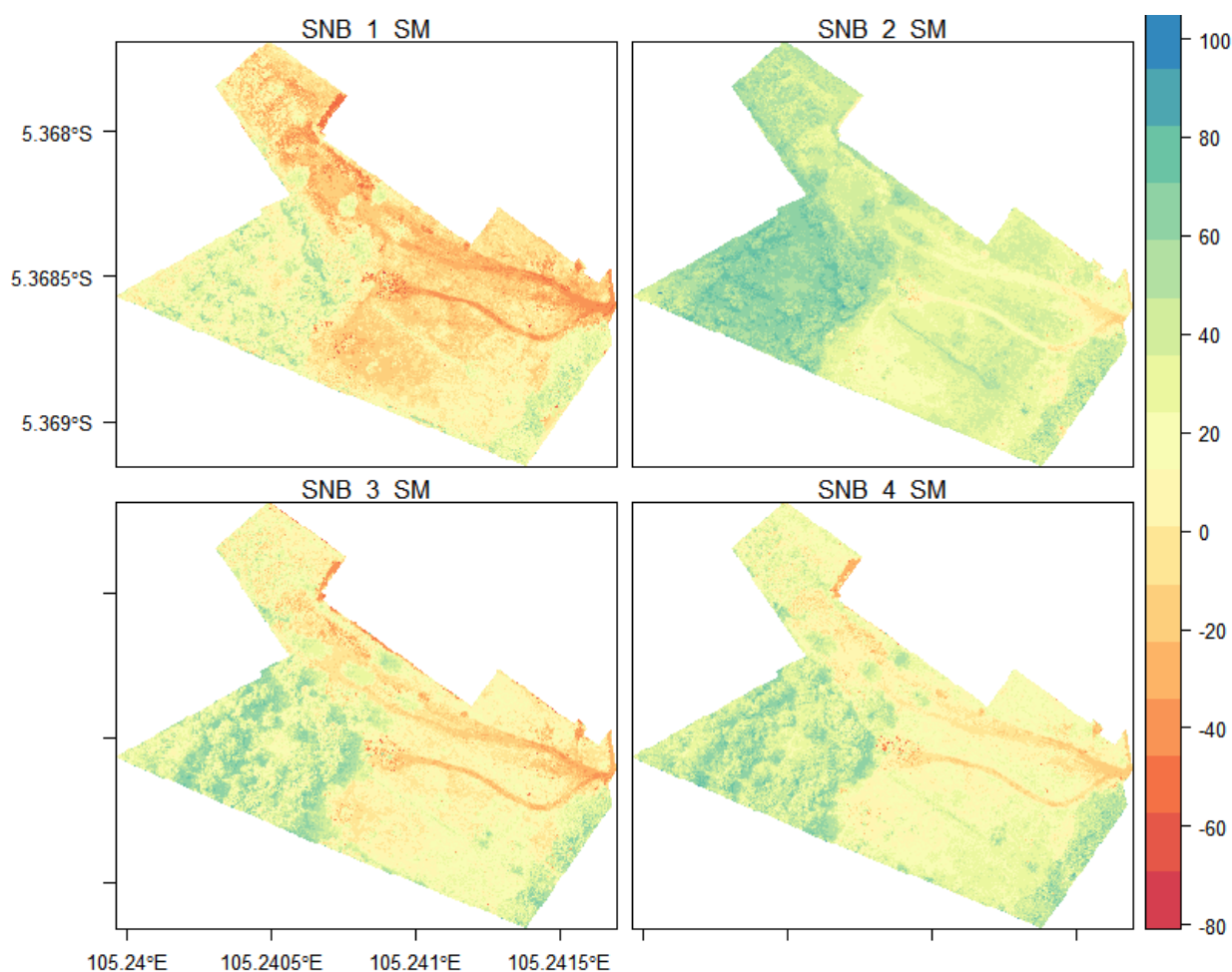
$$GRVI = \frac{G-R}{G+R} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Estimasi nilai kelembaban tanah dengan UAV

Status kandungan air dalam tanah yang direpresentasikan dengan nilai kelembaban tanah (ω) dari hasil estimasi data UAV menggunakan persamaan (1) menunjukkan adanya perubahan yang dari hari ke hari. Nilai kelembaban tanah secara umum berada pada rentang -80 sampai 100 (tanpa satuan). Nilai tersebut menunjukkan kelembaban tanah dari yang paling kering ke yang paling lembab di area studi. Secara keseluruhan, berada pada kondisi yang yang kering . Dimana warna oranye tua menunjukkan area paling kering dan tanpa adanya tutupan vegetasi, sementara warna biru merupakan bagian yang tertutup oleh vegetasi (Gambar 3).

Pola perubahannya sama dengan hasil estimasi nilai kelembaban tanah (ω). Namun jika dibandingkan, penggunaan kelembaban tanah (ω) lebih peka terhadap keberadaan vegetasi dari pada BI. Sehingga terlihat potensi dari penggunaan (ω) untuk mendeteksi kandungan air dalam tanaman. Selain dari pada itu, distribusi vegetasi di area tersebut seperti *Mimosa pudica*, *Solanum torvum*, *Clitoria ternatea*, *Euphorbia hirta*, *Tusilago farfara*, *Ipomea sp.*, *Imperata cylindrical*, *Sida rhombifolia*, *Cyperatus rotundus*, *Delonix regia*, dan *Bidens pilosa* dapat dibedakan dengan baik dari area tanah yang terbuka. Meskipun demikian hubungan kedua indeks tersebut menunjukkan adanya hubungan positif yang sedang dengan nilai koefisien determinasinya (R^2) dari 44.52% - 53.19%.



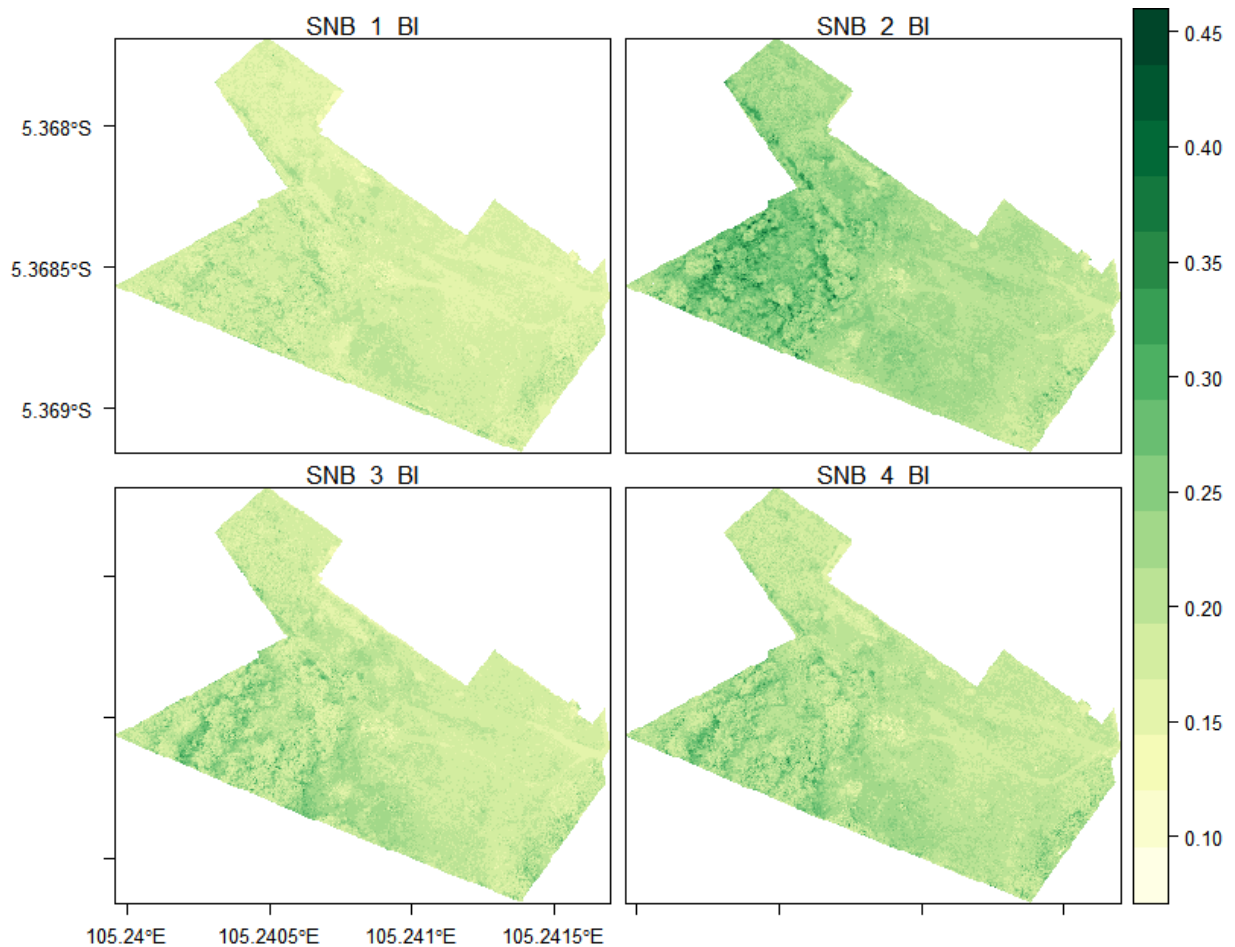
Gambar 3. Distribusi nilai *soil moisture* (ω) dari lahan terbuka

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada hari pertama, kondisi kelembaban tanah menjadi yang paling kering dan hari kedua menjadi yang paling lembab. Sementara untuk dua hari lainnya, kelembaban tanah sempat berkurang sebelum kembali bertambah.

Pengamatan yang dilakukan pada jam 10:00 di pagi hari selama empat hari tersebut memberikan penjelasan bahwa kondisi kelembaban tanah pada musim kemarau diwaktu sinar matahari sebelum mencapai titik terpanas (biasanya terjadi pada pukul 14:00 – 15:00) tetap menunjukkan adanya

fluktuasi. Ini artinya pada pagi hari pun, proses evaporasi dan transpirasi sudah terjadi sejak matahari terbit.

Penggunaan formula *brightness index* (BI) untuk mengetahui tingkat kelembaban tanah dapat diketahui dari keseluruhan nilai pada rentang 0-1. Dimana 0 menunjukkan kering dan 1 menunjukkan basah atau kelembaban yang tinggi. Hasil estimasi nilai BI berada pada rentang 0.10-0.45 atau berada pada kondisi kering dan sangat kering (Gambar 4).



Gambar 4. Distribusi nilai *Brightness index* dari lahan terbuka

B. Relasi perubahan nilai kelembaban dengan karakteristik tumbuh vegetasi

Karakteristik dari vegetasi yang tumbuh di area tersebut direpresentasikan melalui nilai GRVI. Indeks tersebut memberikan nilai -1 ke 1 yang berarti non vegetasi dan vegetasi. Keempat data UAV dapat terklasifikasi dengan baik terutama di area yang bervegetasi (> 0.1) dan area lainnya yang berupa area bervegetasi dengan kondisi yang kering ($< 0.1 - -0.2$) dan area yang tanpa vegetasi ($< - 0.2$). Distribusi nilai tersebut beserta perubahannya secara spasial disajikan dalam Gambar 5.

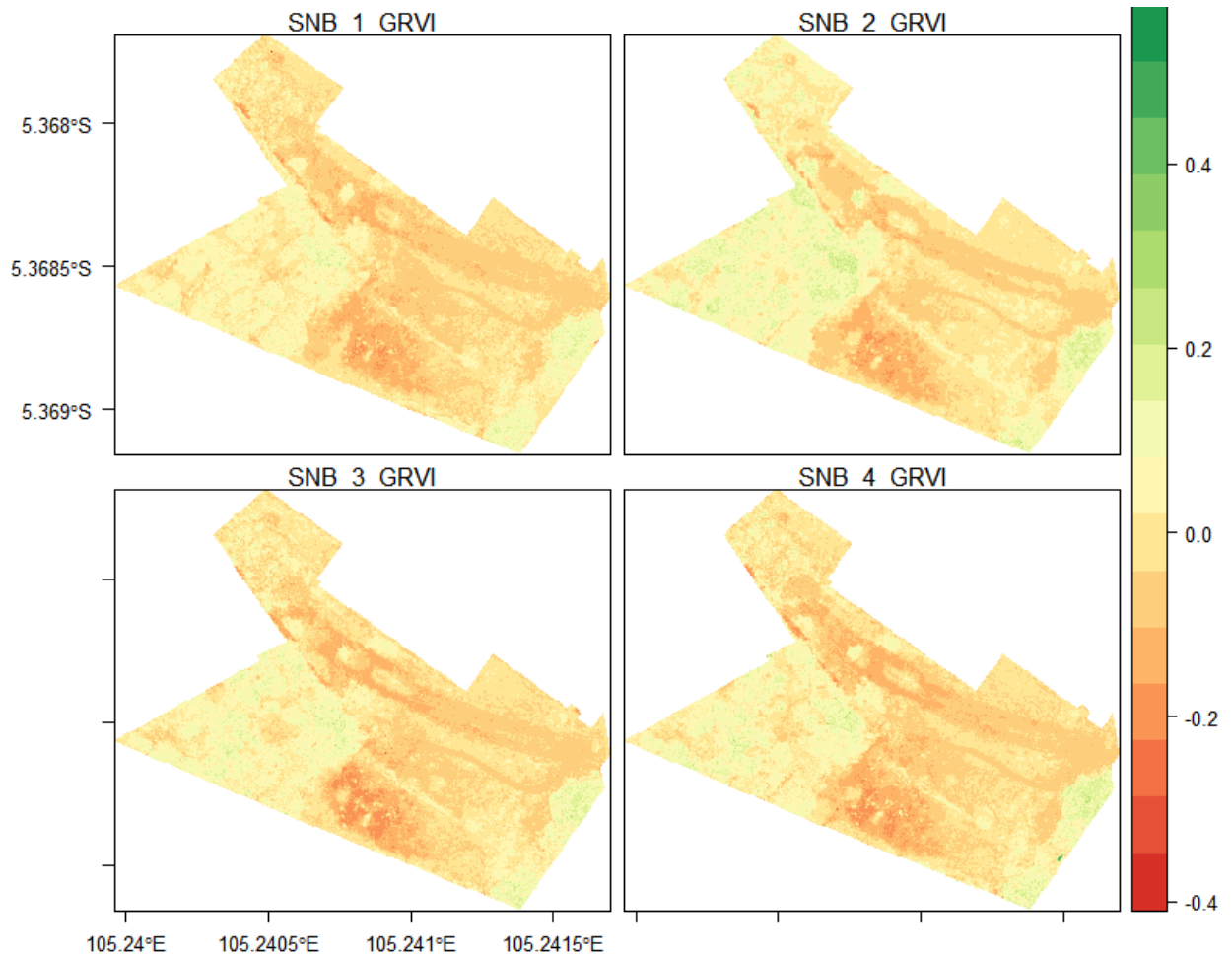
Interpretasi perubahan nilai kelembaban tanah dengan kondisi tumbuhan yang ada di area tersebut dapat dilihat dari

adanya sejumlah vegetasi seperti *Mimosa pudica*, *Solanum torvum*, *Clitoria ternatea*, *Euphorbia hirta*, *Tusilago farfara*, *Ipomea sp*, *Imperata cylindrical*, *Sida rhombifolia*, *yperatus rotundus*, *Delonix regia*, dan *Bidens spilosa* dapat bertahan dengan baik. Meskipun situasi kekeringan ini berkontribusi untuk mengurangi tingkat kehijauan dari rumput *Imperata cylindrical* yang mulai menguning dan *Cyperatus rotundus* yang juga terlihat sudah berubah warna menjadi kecoklatan.

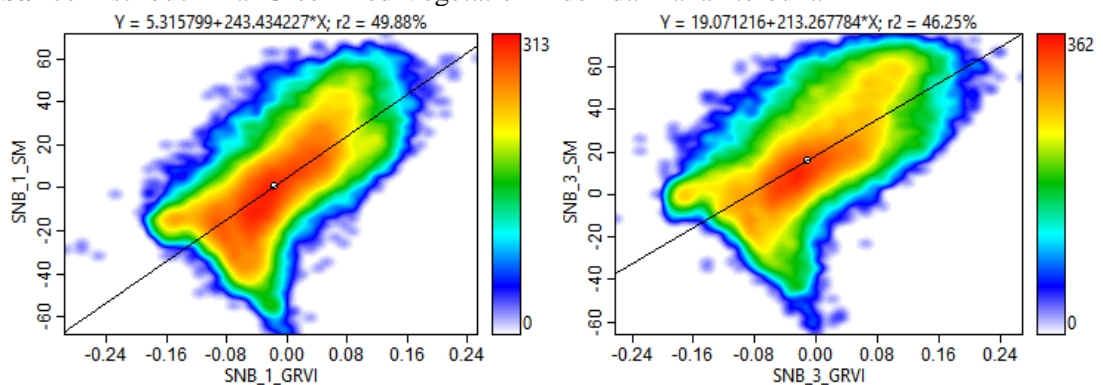
Penjelasan tersebut yang menjadikan relasi antara nilai GRVI terhadap nilai kelembaban (ω) dari pengamatan hari ke-1 sampai ke-4 menunjukkan korelasi yang positif dengan nilai R^2 49.88%, 51.25%, 46.25% dan 51.11% secara berurutan (Gambar 6.a). Namun korelasi yang cukup baik antara keduanya tidak diikuti dengan baik oleh

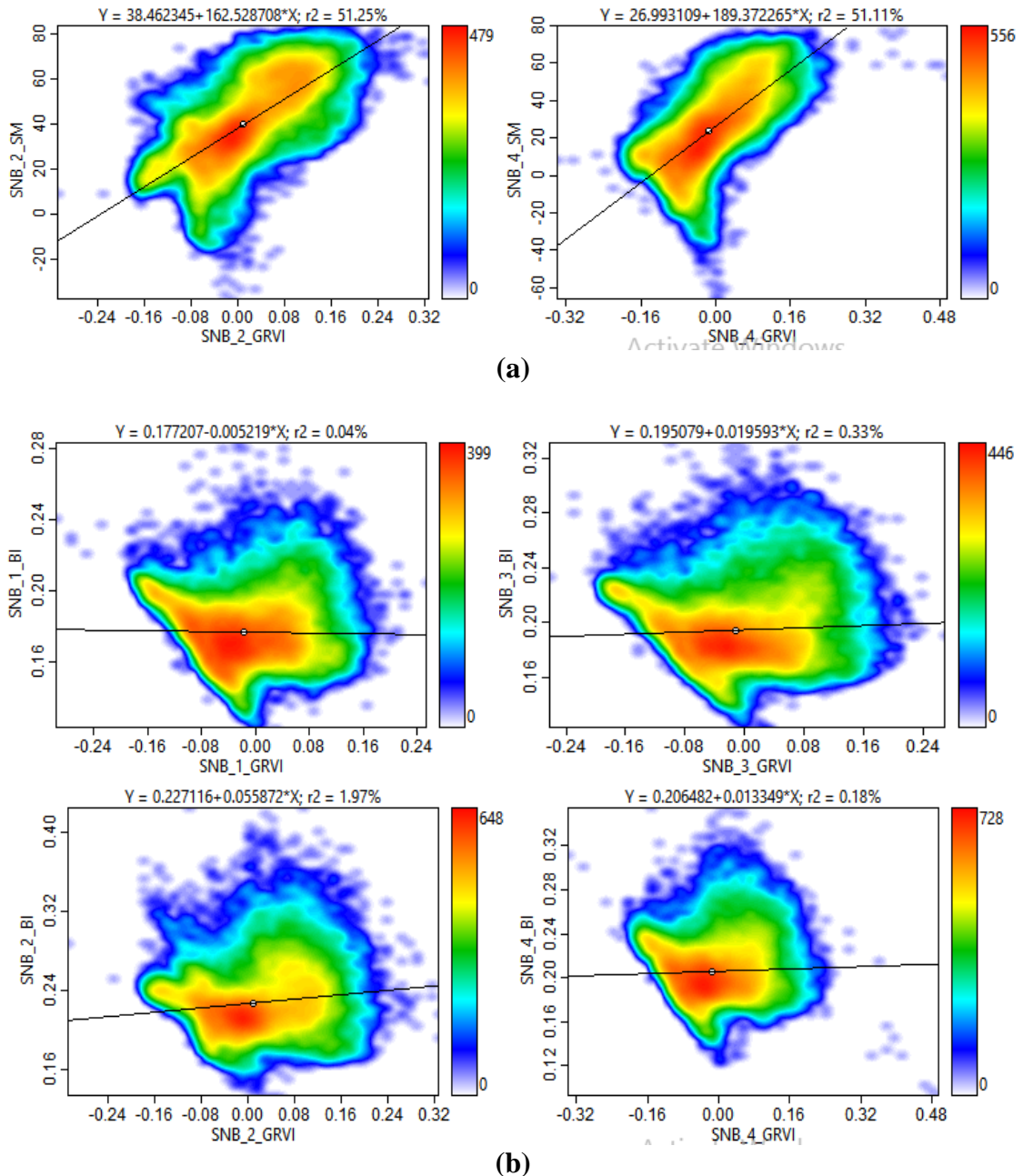
relasi antara GRVI dan BI. Relasi keduanya hanya menunjukkan korelasi yang lemah sampai hampir tidak berkorelasi. Nilai R^2

berada pada rentang 0.04 % - 1.97% (Gambar 6.b).



Gambar 5. Distribusi nilai Green-Red Vegetation Index dari lahan terbuka





Gambar 6. Relasi nilai Green-Red Vegetation Index (GRVI) terhadap perubahan nilai kelembaban tanah dari lahan terbuka berdasarkan nilai ω (a) dan BI (b).

KESIMPULAN

Studi tentang perubahan kelembaban tanah terhadap proses suksesi lahan di area tanah terbuka menggunakan data UAV ini memberikan sejumlah kesimpulan diantara proses evapotranspirasi berlangsung dari pagi hari sampai sore hari dimulai sejak matahari bersinar. Kondisi ini berkontribusi pada

adanya variasi nilai kelembaban tanah yang teramati meskipun berdasarkan data UAV yang diambil pada waktu yang sama.

Pengamatan yang dilakukan selama empat hari tersebut tidak menunjukkan adanya penambahan luas area bervegetasi, sehingga proses suksesi lahan di area yang terbuka belum berlangsung meskipun musim kemarau sudah mau memasuki akhir.

Melainkan dua variates rumput yaitu *Imperata cylindrical* dan *Cyperatus rotundus* menjadi tumbuhan yang paling rentan mengalami stress atau mati akibat kekeringan. sementara vegetasi lainnya masih bertahan dan bahkan ada yang masih mampu berbunga. Sehingga dua vegetasi tersebut dapat menjadi indikator lain selain hanya memperhatikan area tanah terbuka berdasarkan tingkat kecerahannya pada data UAV yang belum diolah.

REFERENSI

- Blatt, M. R., Chaumont, F., & Farquhar, G. (2014). Focus on water. *Plant Physiology*, 164(4), 1553–1555. <https://doi.org/10.1104/pp.114.900484>
- Bouchard, N., Harmon, K., Markham, H., Vandefifer, S., Lab, E., Thomas, S., & Morrison, E. (2007). *Effect of Various Types of Water on The Growth of Radishes (Raphanus sativus)*.
- Engstrom, R., Hope, A., Kwon, H., & Stow, D. (2008). The relationship between soil moisture and NDVI near barrow. *Physical Geography*, 29(1), 38–58. <https://doi.org/10.2747/0272-3646.29.1.38>
- Escadafal, R., & Bacha, S. (1995). Strategy for the dynamic study of desertification. In *Proceedings of the ISSS International Symposium Ouagadougou*, (pp. 19–34). Burkino Faso.
- Gao, B. C. (1996). NDWI-A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. *Remote Sensing Environment*, 58, 257–266.
- Gholami Bidkhani, N. O., & Mobasheri, M. R. (2018). Influence of soil texture on the estimation of bare soil moisture content using MODIS images. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 911–920. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1514986>
- Studi lanjutan yang bisa dilakukan kedepannya adalah menggunakan teknik *close range photogrammetry* untuk melihat bagaimana pengaruh perubahan kelembaban tanah berdasarkan komunitas tumbuhan yang tumbuh. Karena berdasarkan data foto udara UAV yang diambil dari ketinggian 80 meter diatas permukaan tanah, kondisi tersebut belum dapat diamati dengan baik.
- Huete, A. R. (2004). Remote sensing for environmental monitoring. In J. F. Artiola, I. L. Pepper, & M. L. Brusseau (Eds.), *Environmental Monitoring and Characterization* (1st ed., pp. 183–206). San Diego: Elsevier, Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-064477-3.50013-8>
- Kassie, G. T., Langyintuo, A., Erenstein, O., Maleni, D., Gwara, S., & Abate, T. (2013). Drought risk and maize production in southern Africa. *Journal of Asian Scientific Research*, 3(3), 956–973. Retrieved from <http://aessweb.com/journal-detail.php?id=5003>
- Kim, D., Son, Y., Park, J., Kim, T., & Jeon, J. (2019). Evaluation of calibration method for field application of UAV-based soil water content prediction equation. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2019/2486216>
- Kirkham, M. B. (2005). *Static Water in Soil. Principles of Soil and Plant Water Relations* (1st ed.). Kansas: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-012409751-3/50006-2>
- Luo, W., Xu, X., Liu, W., Liu, M., Li, Z., Peng, T., ... Zhang, R. (2019). UAV based soil moisture remote sensing in a karst mountainous catchment. *Catena*, 174(November 2018), 478–489. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.11>

- 017
- Markhamah, S. S. (2019). BMKG: Puncak Kemarau di Lampung Agustus Hingga September. Retrieved August 20, 2019, from <https://lampung.tribunnews.com/2019/08/06/bmkg-puncak-kemarau-di-lampung-berlangsung-sepanjang-agustus-hingga-september>
- Martinez-Duro, E., Ferrandis, P., Escudero, A., Luzuriaga, A. L., & Herranz, J. M. (2010). Secondary old-field succession in an ecosystem with restrictive soils: Does time from abandonment matter? *Applied Vegetation Science*, 13(2), 234–248. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2009.01064.x>
- McFeeters, S. K. (1996). The Use of The Normalized Difference Water Index (NDWI) in The Delineation of Water Feature. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 425–432.
- Motohka, T., Nasahara, K. N., Oguma, H., & Tsuchida, S. (2010). Applicability of green-red vegetation index for remote sensing of vegetation phenology. *Remote Sensing*, 2(1), 2369–2387. <https://doi.org/10.3390/rs2102369>
- Muchsin, F. (2010). *Estimasi kelembaban tanah skala regional (Studi kasus wilayah kabupaten Subang)*. Universitas Indonesia.
- Penman, H. L. (2004). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings on the Royal Society a Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 193(1032), 2–4. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>
- Rossato, L., Alvalá, R. C. do. S., Marengo, J. A., Zeri, M., Cunha, A. P. M. d. A., Pires, L. B. M., & Barbosa, H. A. (2017). Impact of soil moisture on crop yields over Brazilian semiarid. *Frontiers in Environmental Science*, 5(73), 16. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00073>
- Schmidt, H., & Karnieli, A. (2001). Sensitivity of vegetation indices to substrate brightness in hyper-arid. *International Journal of Remote Sensing*, 22(17), 3503–3520.
- Sofyan, R. H., Wahjunie, E. D., & Hidayat, Y. (2017). Karakterisasi fisik dan kelembaban tanah pada berbagai umur reklamasi lahan bekas tambang. *Jurnal Buletin Tanah Dan Lahan*, 1(1), 72–78.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127–150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)
- Uhl, C., Clark, K., Clark, H., & Murphy, P. (1981). Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio negro region of the Amazon basin. *The Journal of Ecology*, 69(2), 631. <https://doi.org/10.2307/2259689>

Pengaruh Model Pembelajaran *Survey Question Read Reflect Recite Review (Sq4r)* Terhadap Kemampuan Metakognitif dan Berpikir Kritis pada Materi Makanan dan Sistem Pencernaan Makanan Kelas XI Mia SMA Negeri 5 Bandar Lampung

Winda Septia Lianis Sari¹, Aulia Novitasari², Supriyadi³, Nur Hidayah⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung, Jalan H. Endro Suratmin
Kecamatan Sukarame Kota Bandar Lampung (0721)703260

Email: aulianovitasari@radenintan.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of survey learning model, question, read, reflect, recite, review (SQ4R) on metacognitive abilities and critical thinking on food material and food digestive system of class XI MIA SMA Negeri 5 Bandar Lampung. The research method used is quasi experimental design. The research design used was post test only control design. The study was conducted from January 25, 2019 to February 8, 2019 with probability sampling type cluster random sampling technique. The sample consisted of XI MIA 1 as an experimental class and XI MIA 5 as a control class. Data collection is done by technical tests and non-tests. The collected data were analyzed using the Independent t-test. Based on the results of t-test analysis with a significant level of $\alpha = 0.05$ obtained metacognition ability with the results of $t_{count} (2.629) > t_{table} (2.045)$, metacognitive ability questionnaire test with t_{count} results $(2.451) > t_{table} (2.045)$ and critical thinking skills with results $t_{hitung} (3,438) > t_{table} (2,045)$. Based on the results of the t test, it was stated that H_0 was accepted, meaning that there was an influence of the learning model of survey, question, read, reflect, recite, review (SQ4R) on metacognitive abilities and critical thinking on food material and digestive system of class XI MIA SMA Negeri 5 Bandar Lampung.

Keywords: SQ4R, Metacognitive, Critical Thinking

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi manusia, melalui pendidikan manusia dapat mengembangkan potensi dirinya sehingga dapat mengatasi masalah dan dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Potensi-potensi yang harus dimiliki oleh peserta didik diantaranya kemampuan metakognitif dan berpikir kritis (Sholihah, Zubaidah, &

Manahal, 2016). Peserta didik yang memiliki kemampuan metakognitif akan sadar dalam menggunakan pemikirannya untuk merencanakan, menilai dan mengontrol proses kognitifnya, seperti membuat strategi belajar yang tepat, memastikan tugas yang dikerjakan sesuai dan mengevaluasi cara belajarnya untuk mendapatkan hasil belajar yang optimal (Isti, 2015)

Peserta didik yang telah memiliki kesadaran untuk mengatur proses berpikirnya

tentu telah memiliki kemampuan untuk mengelola proses berpikirnya sehingga meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis membantu peserta didik dalam mengemukakan pendapatnya sendiri serta mampu mengembangkan ide gagasan dari sumber yang mereka pelajari, mampu menganalisa suatu masalah dan mampu menyimpulkan suatu keputusan dari permasalahan tersebut.

Pendidikan di sekolah tidak terlepas dari kegiatan pembelajaran yang merupakan perencanaan secara sistematis yang dibuat oleh guru dalam satuan pelajaran. Menciptakan kegiatan pembelajaran yang mampu mengembangkan hasil belajar semaksimal mungkin merupakan tugas dan kewajiban guru. Oleh karena itu seorang guru memerlukan strategi penyampaian materi untuk mendesain pembelajaran yang dapat merangsang hasil belajar yang efisien dan efektif sesuai dengan situasi dan kondisinya. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan proses pembelajaran yang dilakukan masih berorientasi pada guru (*teacher centered*). Permasalahan yang muncul dari pembelajaran di atas yaitu peserta didik cenderung pasif karena hanya menerima informasi yang diberikan oleh guru tanpa menemukan sendiri konsep dari materi yang dipelajari. Peserta didik banyak yang cenderung mengobrol dengan temannya dan selama proses pembelajaran aktivitas yang terjadi hanya beberapa peserta didik saja yang bertanya dan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru. Berdasarkan hasil wawancara bahwa pada proses pembelajaran yang terjadi selama ini kemampuan metakognitif dan berpikir kritis peserta didik belum diberdayakan dengan baik (Sudaryanti, 2018).

Kemampuan metakognitif dan berpikir kritis yang kurang diberdayakan dengan baik

ini mendorong peneliti untuk mencoba menerapkan suatu model pembelajaran yang dianggap lebih efektif dan efisien untuk memudahkan peserta didik memahami materi serta dapat mengubah sistem pembelajaran *teacher centered* menjadi sistem pembelajaran *student centered* sehingga peserta didik dapat berperan aktif dalam pembelajaran dan juga untuk dapat memberdayakan kemampuan metakognitif dan berpikir kritis, yaitu salah satunya adalah dengan menggunakan model pembelajarani *survey, question, read, reflect, recite, review* (SQ4R).

Model SQ4R (*Survey, Question, Read, Reflect, Recite, Review*) ini terdiri atas enam langkah, yaitu: yaitu *Survey* (penelaahan/ pendahuluan), *Question* (bertanya), *Read* (membaca), *Reflect* (memberi contoh), *Recite* (mengutarakan kembali), dan *Review* (mengulang kembali). Keenam langkah tersebut masing-masing mempunyai manfaat yang saling mendukung. Model ini digunakan untuk membantu siswa mengingat apa yang mereka baca, dan diharapkan dapat membantu proses belajar mengajar di kelas dengan kegiatan membaca buku yang dilakukan oleh siswa. Ketika siswa membaca, maka siswa diharapkan dapat berkomunikasi dengan orang lain melalui tulisan. Membaca dapat dipandang sebagai sebuah proses interaksi antara bahasa dan pikiran. Sebagai proses interaksi, maka keberhasilan membaca akan dipengaruhi oleh faktor pengetahuan yang melatar belakangi model membaca (Trianto, 2007). Pada saat membaca, siswa tidak hanya cukup untuk mengingat atau menghafal, namun siswa diharapkan mampu memahami informasi yang disampaikan dengan menghubungkan informasi dengan hal-hal

yang telah diketahui, mengaitkan subtopik-suptopik didalam teks dengan konsep-konsep atau prinsip-prinsip utama, dan memecahkan kontradiksi didalam informasi yang disajikan. Dalam hal ini, siswa diharapkan mampu menggunakan materi tersebut untuk memecahkan masalah-masalah yang disimulasikan dan dianjurkan dari materi pelajaran tersebut (Ngalimun 2014).

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran SQ4R adalah model pembelajaran *Survey Question Read Recite Review Reflect* (SQ4R) adalah model pembelajaran yang digunakan untuk menuntun peserta didik belajar secara secara aktif, kritis, dan sistematis sehingga peserta didik dapat mengingat dan mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh melalui tahapan *survey* (penelitian pendahuluan), *question* (bertanya), *read* (membaca), *reflect* (memberikan contoh), *recite* (mempertimbangkan jawaban) dan *review* (meninjau ulang).

Model pembelajaran *Survey, Question, Read, Reflect, Recite, Review* (SQ4R) memiliki kelebihan yaitu dapat diterapkan pada mata pelajaran biologi untuk materi-materi teoritis dikarenakan dalam model ini peserta didik dituntut untuk aktif dan mandiri dalam menggali pengetahuan, menguasai seluruh isi teks materi, mencatat informasi penting dan meninjau ulang sampai benar-benar menguasai materi yang dipelajari. Membiasakan diri untuk mengeskplor pengetahuan secara mandiri dapat membangkitkan berpikir kritis peserta didik karena dengan membaca sendiri materi yang dipelajari, peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya dengan pengetahuan yang didapat dari membaca teks materi, sehingga

peserta didik akan mampu mengidentifikasi, menganalisis dan mengevaluasi argumen-argumen serta dapat memanfaatkan informasi untuk merumuskan solusi masalah atau mengambil keputusan dan jika perlu menari informasi tambahan yang relevan.

Berdasarkan uraian di atas, dipandang penting dan perlu dilakukan penelitian untuk mencapai kemampuan metakognitif dan berpikir kritis, yaitu dengan menggunakan model pembelajaran SQ4R terutama pada materi makanan dan sistem pencernaan makanan. Materi ini dipilih karena memerlukan pemahaman konsep-konsep yang matang. Sehubungan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran SQ4R terhadap kemampuan metakognitif dan berpikir kritis pada materi makanan dan sistem pencernaan makanan kelas XI MIA SMA Negeri 5 Bandar Lampung.

METODE

Waktu penelitian dilaksanakan pada 25 Januari 2019 - 08 Februari 2019 di SMA Negeri 5 Bandar Lampung semester genap Tahun Pelajaran 2018/2019. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *quasi experimental design*. Desain penelitian yang digunakan ialah *posttest only control design*. Teknik pengambilan sampel adalah *probability sampling type cluster random sampling*. Sampel ini terdiri dua kelas yaitu XI MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan XI MIA 5 sebagai kelas kontrol. Pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review* (SQ4R) sedangkan untuk kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *cooperative learning* tipe STAD. Populasi yang diambil dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI MIA SMAN5 Bandar Lampung

tahun pelajaran 2018/2019 dengan teknik *cluster random sampling*. *Cluster random sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan secara acak. Sampel dalam penelitian ini yaitu kelas XI MIA1 sebagai kelas eksperimen dan Kelas XI MIA 5 sebagai kelas kontrol.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada dua variabel yaitu variabel yang mempengaruhi (variabel bebas) yaitu model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review* (SQ4R) dan variabel yang dipengaruhi (variabel terikat) yaitu kemampuan metakognisi dan berpikir kritis. Instrumen penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan tes yaitu soal uraian untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kemampuan metakognitif pada aspek pengetahuan kognisi dan non tes berupa angket kemampuan metakognitif untuk mengukur kemampuan metakognitif pada aspek pengaturan metakognitif.

1. Soal Kemampuan Metakognitif Dan Berpikir Kritis

Soal kemampuan metakognitif dan berpikir kritis yang berupa tes dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data kuantitatif berupa kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal. Tipe tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe subjektif bentuk uraian atau esai karena dengan bentuk uraian akan terlihat strategi peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan. Jawaban tes hasil belajar peserta didik diberi skor dengan rentang 0-3. Tes dikembangkan oleh peneliti berdasarkan tujuan pembelajaran yang kemudian diuji validitas dan reliabilitasnya. Teknik pengumpulan data dilakukan pada kelas eksperimen dan kontrol dengan memberikan *post test*.

Data hasil penelitian berupa skor kemampuan metakognitif dan berpikir kritis, kemudian dianalisis untuk menghitung nilai

perolehan kemampuan metakognitif peserta didik. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai perolehan kemampuan metakognitif dan berpikir kritis ialah sebagai berikut:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100$$

Keterangan:

NP : Nilai persen yang dicari atau yang diharapkan

R : Skor mentah yang diperoleh peserta didik

SM : Skor maksimum ideal dari tes kemampuan yang bersangkutan

100 : Bilangan tetap

Pengkategorian kemampuan metakognitif (Rasjid, 2015) dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kategori Kemampuan Metakognitif

Tingkat penguasaan	Kategori
0-20	Masih sangat beresiko
21-40	Belum begitu berkembang
41-60	Mulai berkembang
61- 80	Berkembang dengan baik
81-100	Berkembang sangat baik

Pengkategorian kemampuan berpikir kritis (Susilowati, Sajidan, & Ramli, 2017) dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Kategori Kemampuan Berpikir Kritis

Rentang	Klasifikasi
81,25 < X ≤ 100	Sangat kritis
71,50 < X ≤ 81,25	Kritis
62,50 < X ≤ 71,50	Cukup Kritis
43,75 < X ≤ 62,50	Kurang Kritis
0 < X ≤ 43,75	Tidak Kritis

2. Angket

Angket kemampuan metakognitif ini diberikan pada peserta didik setelah pembelajaran materi makanan dan sistem pencernaan. Angket ini terdiri dari 40 pernyataan dengan jawaban tertutup yaitu “benar ” atau “salah”. Angket kemampuan metakognisi ini digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir peserta didik bagaimana mengenali dirinya sendiri. Hasil dari penelitian ini akan diolah dengan metode statistik sehingga diperoleh data-data numerik pada masing-masing variabel. Pengisian angket dilakukan dengan memberikan tanda pada kolom dalam bentuk *checklist*. Skor untuk masing-masing alternatif jawaban dari setiap item pernyataan yang menjawab pada kolom benar diberikan nilai 1, dan yang menjawab pada kolom salah diberikan nilai 0. Adapun perhitungan persentase kemampuan metakognitif siswa adalah sebagai berikut.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah siswa yang menjawab benar (item)}}{\text{Jumlah siswa}} \times 100\%$$

Nilai angket metakognitif setiap peserta didik didapat dari rumus sebagai berikut :

$$\text{Total perolehan skor} = \frac{\text{Total perolehan skor}}{\text{Total skor ideal} \times \text{Jumlah pernyataan}} \times 100$$

Interpretasi data dari rumus diatas dapat dilihat pada Tabel 1 di atas.

3. Dokumentasi

Pada penelitian ini dokumentasi dalam bentuk foto untuk menggambarkan semua keadaan yang ada pada saat penelitian dan digunakan sebagai bukti bahwa telah melakukan penelitian. Hasil dokumentasi digunakan untuk memperkuat pembahasan hasil penelitian.

Uji coba instrumen dalam penelitian ini menggunakan uji validitas, uji reliabilitas, uji tingkat kesukaran dan uji daya beda. Teknik analisis data dengan uji prasyarat yaitu menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas serta uji hipotesis menggunakan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 5 Bandar Lampung pada peserta didik kelas XI MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan XI MIA 5 sebagai kelas kontrol. Proses pembelajaran di kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review* (SQ4R) sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *cooperative learning* tipe *student teams achievement division* (STAD). Sampel dalam penelitian ini berjumlah 60 peserta didik.

Pertemuan pertama di kelas eksperimen pada Jumat 25 Januari 2019 pukul 08.30-10.00, peneliti menggunakan model pembelajaran *Survey Question Read Recite Review Reflect* (SQ4R) sesuai dengan panduan RPP. Kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen diawali peneliti dengan memberikan penjelasan tentang maksud dan tujuan dari pelaksanaan penelitian serta menjelaskan langkah-langkah model pembelajaran *Survey Question Read Recite Review Reflect* (SQ4R). Proses pembelajaran tersebut menggunakan LKK yang isinya sesuai dengan langkah-langkah model pembelajaran SQ4R dan peserta didik diminta untuk berkelompok. Pada pertemuan ini awalnya peserta didik kurang bersedia belajar secara berkelompok karena mereka terbiasa belajar secara individu dan pada awal pembelajaran siswa merasa bingung dan kesulitan. Hal ini karena adanya perubahan cara pembelajaran yang berbeda dari

biasanya bagi siswa. Namun, kesulitan ini dapat teratasi oleh peneliti dengan memberikan arahan dan bimbingan kepada

Pembelajaran dimulai dengan menjelaskan tentang tujuan pembelajaran materi pokok yang akan dipelajari yaitu makanan dan sistem pencernaan makanan. Selanjutnya peneliti membagikan kelompok yang terdiri dari lima orang siswa dengan kemampuan yang heterogen. Kemudian peneliti membagikan LKK dan meminta peserta didik untuk membaca materi pelajaran pada LKK tersebut secara sekilas dan menandai bagian-bagian penting yang dijadikan sebagai bahan pertanyaan. Pada saat inilah peserta didik melakukan langkah pertama yaitu *survey*. Dengan adanya tahap *survey* pada awal pembelajaran, hal ini dapat membangkitkan rasa ingin tahu siswa tentang materi yang akan dipelajari sehingga dapat meningkatkan motivasi siswa dalam belajar (Shoimin, 2017)

Langkah kedua dan ketiga (*question* dan *read*) peserta didik membuat pertanyaan dan mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang telah dibuatnya. Tahapan ini dinamakan tahapan *question*. Banyak peserta didik yang mengerti dan lancar dalam membuat pertanyaan dan hanya sedikit yang mengalami kesulitan dalam membuat pertanyaan. Peserta didik yang telah membuat pertanyaan dari teks yang mereka baca, peneliti meminta peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah mereka buat. Jawaban atas pertanyaan yang mereka buat didapatkan dari tahapan ketiga yaitu *read* yaitu dengan cara peserta didik membaca keseluruhan teks untuk menemukan jawaban.

Tahapan keempat yaitu *reflect*, peserta didik memikirkan contoh dari bahan bacaan dan membayangkan konteks aktual yang relevan. Peneliti menginstruksikan peserta

siswa demi terciptanya suasana belajar yang kondusif.

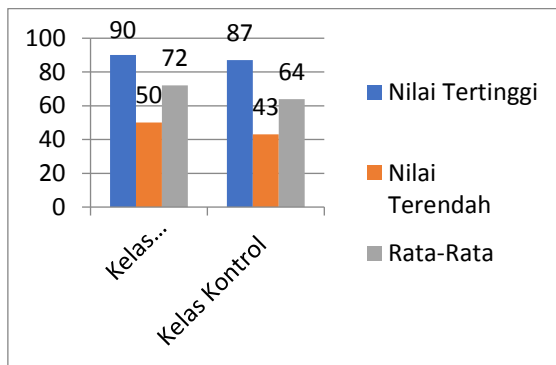
didik tidak cukup hanya menghafal atau mengingat saja, tetapi mencoba memahami informasi yang disampaikan dengan memberikan contoh aktual yang relevan, misalnya menggambar perbedaan antara sistem pencernaan makanan pada manusia, sapi dan hewan ruminansia lainnya.

Tahapan kelima yaitu *recite*, peneliti menugaskan peserta didik untuk menuliskan kembali ide-ide utama yang telah didapat dari tahapan sebelumnya dengan cara melihat kembali poin-poin penting yang telah digarisbawahi dan melihat kembali pertanyaan-pertanyaan yang telah dibuat sebelumnya dan mencoba menuliskan kembali dengan kalimat sendiri pada LKK yang telah disediakan.

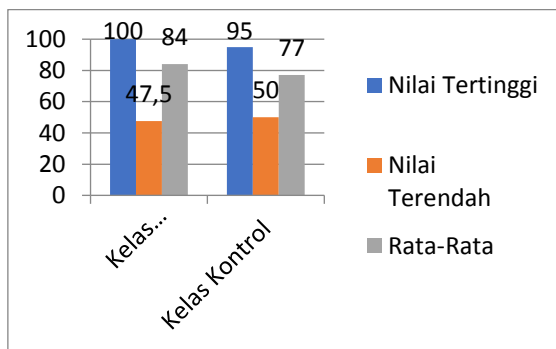
Tahap keenam sekaligus tahap yang terakhir dari model pembelajaran SQ4R ialah tahap *review*. Tahap ini peneliti meminta setiap anggota kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas dan memberikan kesempatan kepada peserta didik yang lainnya untuk bertanya.

Pada saat peneliti telah menyelesaikan pelaksanaan pembelajaran yaitu sebanyak tiga kali pertemuan, maka pada pertemuan selanjutnya peneliti mengadakan *post test* di kelas eksperimen dan kelas kontrol. *Post test* di kelas eksperimen dilakukan pada tanggal 08 Februari 2019 dan kelas kontrol pada tanggal 07 Februari 2019. *Post test* dilakukan karena sebagai tolak ukur untuk mengetahui kemampuan metakognitif dan berpikir kritis. Hasil *post test* menunjukkan bahwa kemampuan metakognitif dan berpikir kritis berbeda. Namun, dari hasil *post test* juga menunjukkan bahwa jawaban peserta didik di kelas eksperimen lebih baik dari kelas

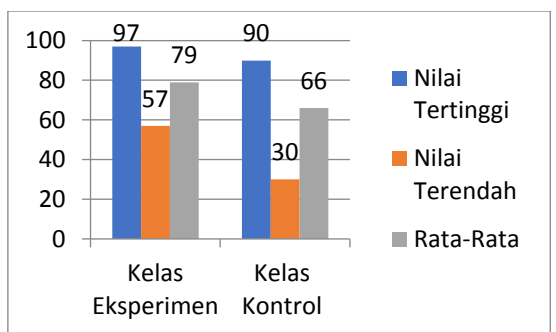
kontrol. Berikut disajikan rekapitulasi nilai



Gambar 1. Nilai *Post test* Kemampuan Metakognitif Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol



Gambar 2. Nilai Angket Kemampuan Metakognitif Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol



Gambar 3. Nilai *Post test* Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai kemampuan metakognitif dan

post test kelas eksperimen dan kontrol:

berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review (SQ4R)* diperoleh rata-rata nilai tes kemampuan metakognitif sebesar 72 sedangkan kelas kontrol sebesar 64. Rata-rata nilai tes angket kemampuan metakognitif pada kelas eksperimen sebesar 84 sedangkan kelas kontrol sebesar 77. Rata-rata nilai tes kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 79 sedangkan kelas kontrol sebesar 67, dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review (SQ4R)* dapat mempengaruhi nilai kemampuan metakognisi dan berpikir kritis peserta didik kelas XI MIA SMA Negeri 5 Bandar Lampung pada materi makanan dan sistem pencernaan makanan.

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh uji hipotesis kemampuan metakognisi menggunakan uji *Independent t-test Microsoft Excel 2010* dengan hasil $t_{hitung} (2,62932) > t_{tabel} (2,04522)$, uji hipotesis angket kemampuan metakognitif dengan hasil $t_{hitung} (2,45123) > t_{tabel} (2,04522)$ dan kemampuan berpikir kritis dengan hasil $t_{hitung} (3,43842) > t_{tabel} (2,04522)$. Berdasarkan hasil uji t, maka dinyatakan H_0 diterima artinya ada pengaruh model pembelajaran model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review (SQ4R)* terhadap kemampuan metakognitif dan berpikir kritis pada materi makanan dan sistem pencernaan makanan kelas XI MIA SMA Negeri 5 Bandar Lampung. Model SQ4R yang diterapkan dalam kelas eksperimen sangat membantu peserta didik dalam memahami apa yang dibacanya,

terarah pada intisari atau kandungan-kandungan pokok yang tersirat maupun tersurat dalam suatu buku atau teks. Selain itu, langkah-langkah yang ditempuh dalam teknik ini sudah menggambarkan prosedur ilmiah, sehingga setiap informasi yang dipelajari dapat tersimpan dengan baik dalam sistem memori jangka panjang seseorang. Tahapan *survey* dalam SQ4R, peserta didik terlebih dahulu mengenal garis-garis besar dari teks yang akan dibaca, ini akan membantu memfokuskan peserta didik dalam memahami bahan bacaan. Pertanyaan-pertanyaan yang telah disusun dalam tahap *question* tentang bahan bacaan akan membangkitkan keingintahuan untuk membaca dengan tujuan mencari jawaban-jawaban yang dibutuhkan. Selain itu, tahapan-tahapan dalam model pembelajaran SQ4R mendorong peserta didik untuk lebih aktif, kritis, sistematis serta paham mengenai bahan bacaan sehingga lebih lama mengingat gagasan pokok suatu bacaan. Hal ini berbeda pada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran *cooperative learning*, peserta didik hanya dibagi dalam beberapa kelompok kemudian ditugaskan untuk memecahkan suatu masalah, peserta didik tidak diberitahu bagaimana cara memahami bahan bacaan dengan cermat dan tepat, sehingga peserta didik sulit dalam memahami bacaan selain itu kurangnya antusias peserta didik dalam belajar disebabkan menggunakan pembelajaran tersebut yang bersifat monoton sehingga peserta didik malas berpikir dan bertanya yang menyebabkan kurangnya kemampuan berpikir kritis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Nanda (2015) diperoleh hasil bahwa penerapan pembelajaran SQ4R mampu membantu meningkatkan hasil belajar

sejarah siswa kelas VII SMP Empu Tantular Semarang Pembelajaran sejarah siswa kelas VII SMP Empu Tantular Semarang dengan menggunakan pembelajaran SQ4R lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran sejarah yang tidak diberikan pembelajaran SQ4R atau menggunakan metode ceramah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Ada pengaruh positif dalam penggunaan model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review* (SQ4R) terhadap kemampuan metakognitif pada materi makanan dan sistem pencernaan makanan kelas XI MIA (kelas eksperimen) SMA Negeri 5 Bandar Lampung jika dibandingkan dengan penggunaan model *cooperative learning* tipe STAD pada kelas kontrol diantaranya peserta didik mampu merancang, memantau dan merefleksikan proses belajar mereka secara sadar dan pada hakikatnya mereka akan lebih menjadi percaya diri dan lebih mandiri dalam belajar.
2. Ada pengaruh positif dalam penggunaan model pembelajaran *survey, question, read, reflect, recite, review* (SQ4R) terhadap kemampuan berpikir kritis pada materi makanan dan sistem pencernaan makanan kelas XI MIA (kelas eksperimen) SMA Negeri 5 Bandar Lampung jika dibandingkan dengan penggunaan model *cooperative learning* tipe STAD pada kelas kontrol diantaranya peserta didik terlihat sangat antusias dalam mengikuti pembelajaran, diskusi kelompok yang diadakan menjadi lebih hidup dan kondusif karena peserta didik saling membantu, bekerja sama dan

berani untuk mengungkapkan serta bertukar pendapat.

REFERENSI

- Isti, R. G. (2015). Efektivitas Pembelajaran Matematika dengan Model Pembelajaran Brain Based Learning dalam Pendekatan Saintifik ditinjau dari Kemampuan Metakognisi dan Sikap Bertanggung Jawab. *Tesis Program Magister Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta*, 9.
- Lestari, K. E., & Ridwan, M. R. (2015). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: Refika Aditama.
- Nanda Risky. (2015). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran SQ4R (Survey, Question, Read, Reflect, Recite, Review) Pada Pelajaran IPS Sejarah Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Empu Tantular Semarang Tahun Pelajaran 2014/2015. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Semarang.
- Ngalimun. (2012). *Strategi dan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswajaya Presindo.
- Rasjid, Y. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Survey, Question, Read, Reflect, Recite, Review (SQ4R) Terhadap Keterampilan Metakognisi dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA N9 Makassar. *Jurnal Biotek Volume 3 Nomor 1*, 175.
- Shoimin, A. (2017). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar Ruzz Media.
- Sholihah, M., Zubaidah, S., & Manahal, S. (2016). Memberdayakan Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Dengan Model Pembelajaran Reading Concept MAP- Reciprocal Teaching (REMAP RT). *Jurnal Pendidikan*, 628.
- Sudaryanti, S. (2018, Juli 28). Wawancara dengan Guru Mata Pelajaran Biologi SMA Negeri 5 Bandar Lampung. (W. S. Sari, Pewawancara)
- Susilowati, Sajidan, & Ramli, M. (2017). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Magetan. *Jurnal Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 226.
- Trianto. (2007). *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher.