

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV 2017

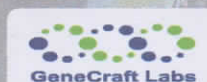
ISBN: 978-602-51854-0-3

“Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati”

Universitas Sam Ratulangi & Lion Hotel dan Plaza Manado
24-26 Agustus 2017



Sponsor By :



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA (PBI) CABANG MANADO

Tema:

*Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan
dari Keanekaragaman hayati*



perhimpunan biologi indonesia

**TIM REVIEWER DAN EDITOR PROSIDING
SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV 2017**

REVIEWER:

Prof. Dr. Herbert Sipahutar, M.Si.	(Universitas Negeri Medan)
Prof. Dr. Herry M. Sumampow	(Universitas Negeri Manado)
Prof. Dr. Dingse Pandiangan, M.Si	(Universitas Sam Ratulangi)
Dr. Isnaini Nurwahyuni, M.Sc	(Universitas Sumatera Utara)
Dr. Sisunandar, M.Si	(Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Dr. Farha Dapas S.Si, M.Env. Stud.	(Universitas Sam Ratulangi)
Dr. Marina Silalahi, M.Si	(Universitas Kristen Indonesia)

EDITOR:

Dr. Roni Koneri, M.Si
Dr. Stella Umboh, M.Si
Drs. Parluhutan Siahaan, M.Si
Dr. Hanny Pontoring, M.Si

Diterbitkan oleh
Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus Unsrat, Bahu, Manado, Sulawesi Utara
Maret 2018

Hak Cipta © Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado

**Dilarang keras menerjemahkan, memfotocopi, memperbanyak sebagian atau seluruh isi
buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit**

Dicetak di Indonesia

Cetakan Pertama, Maret 2018

ISBN 978-602-51854-0-3



Diterbitkan oleh

**Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus Unsrat, Bahu, Manado, Sulawesi Utara
Email : pbimanado@gmail.com**

**SUSUNAN PANITIA PELAKSANA
KONGRES DAN SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XXIV
PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA (PBI) CABANG MANADO
“Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan
dari Keanekaragaman Hayati**

PENASEHAT : Rektor Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT)
: Rektor Universitas Negeri Manado (UNIMA)

PENGARAH : Dr. Siti Nuramaliati Prijono (Ketua Umum PBI)
: Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc. (Dekan FMIPA UNSRAT)
: Dr. Heroike Dennie Rompas, M.Si.(Dekan FMIPA UNIMA)
: Joke L. Tombuku S.Si., M.Si. (Dekan FMIPA UKIT)

Penanggung Jawab 1 : Prof. dr. Edwin de Queljoe, MSc Sp.And
Penanggung Jawab 2 : Dr. Heroike Dennie Rompas, MSi
Penanggung Jawab 3 : Joke L. Tombuku, S.Si, MSi

Ketua : Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi
Wakil Ketua : Dr. Sukmarayu P. Gedoan, M.P
Sekretaris : Dr. Roni Koneri, MSi
Bendahara : Dr. Helen J. Lawalata, MSi

Seksi-Seksi

a. Kesekretariatan:

1. Dr. Regina Butarbutar, S.P., M.Si.
2. Dr. Hanny Pontoring, MS
3. Dr. Metilistina Sasinggala, M.Si
4. Yuniarsih Sofyan,
5. Selvana S. Tulandi
6. Farha Dapas, S.Si, M.Env. Stud.

b. Acara dan Protokol:

1. Marina Singkoh, S.Pi., M.Si.1.
2. Dr. Debby J.J. Rayer, M.Si.
3. Dr. Eva L. Baideng, S.P., M.Si.
4. Dra. Fanny N. Nanlohy, M.P., DHET
5. Dr. Miftahuddin, M.Si
6. Dr. Meity Tanor, M.S

c. Konsumsi

1. Dr. Henny L. Rampe, MSi
2. Utari Satiman, S.P., M.Si.
3. Ir. Marthy L.S. Taulu, M.Si.
4. Dr. Stella D. Umboh, MS
5. Febby Kandou, S.Si. M. Kes

d. Kehumasan dan Akomodasi

1. Dr. Sedy Rondonuwu, MSi
2. Dr. Tinny D. Kaunang, M.Si
3. Dr. Rooije Rumende, MKes
4. Dra. Christny F. E. Rompas, M.Si
5. Vera Roring, SPi, M.Sc.
6. Dr. Anatje Lihiang, M.P.

e. Publikasi & Dokumentasi

1. Drs. Parluhutan Siahaan, M.Si
2. Beivy Kolondam, S.Si., M.Si., M.S.
3. Dr. Mariana Rengkuan, S.Pd., M.Pd.
4. Dr. Herry M. Sumampouw, M.Pd
5. Silvana Tumbel, S.Si, M.Si.

f. Perlengkapan dan Transportasi

1. Drs. Deidy Katili, M.Si.
2. Ir. Lalu Wahyudi, M.P.
3. Ferdy Ardy Karauan, SSi, Msi
4. Dra. Carolin Manuahe, M.Si
5. Dr. Ir. Johanis J. Pelealu, MS
6. Dr. Mercy Rampengan, S.Pi, M.AppSc, PhD

h. Materi & Pelaporan

1. Drs. Marnix Langoy, M.Si.
2. Yeremia S. Mocosuli, S.Si, M.Si.
3. Dr. Alfonds A. Maramis, MSi
4. Silvana Tumbel, S.Si, M.Si.
5. Dr. Emma Moko, STP. MSi

i. Persidangan

1. Ir. Marhaenus Rumondor, MS
2. Margaretha Sharly Ginting, SSi
3. Dr. Femmy Roosje Kawuwung, M.Si.
4. Dra. Dientje F. Pendong, M.Pd
5. Pience Veralyn Maabuut, Ssi, Msi
6. Dr. Jovialine A. Rungkat, M.Si

**SUSUNAN ACARA KONGRES DAN SEMINAR NASIONAL PBI XXIV 2017
 DI MANADO, SULAWESI UTARA
 24-26 AGUSTUS 2017**

Waktu	Agenda	Pelaksana
Kamis, 24 Agustus 2017 13.00-17.00	Penyambutan Peserta Seminar di Auditorium Universitas Sam Ratulangi, Manado	Panitia
19.00-22.00	Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia di Hotel Quality Manado	Pengurus PBI dan Panitia
Jumat, 25 Agustus 2017 07.30-08.00	Registrasi Peserta Seminar	Panitia
08.00-08.45	Opening Ceremonys Seminar 1. Lagu Indonesia Raya 2. Doa 3. Laporan Ketua Panitia 4. Sambutan Ketua PBI 5. Sambutan Ketua PBI Cabang Manado 6. Foto Bersama	MC Panitia Panitia Prof. Dr. Dingse Pandiangan Dr. Siti Nuramaliati Prijono Prof. Edwin de Queljoe, M.Sc. Sp.And Panitia
08.45-09.00	<i>Coffee Break</i>	
09.00-09.45	Pembicara Utama: 1. Dr. Siti Nuramaliati Prijono (LIPI.: Status, Pelestarian, Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan). 2. Prof. Amin Subandrio (Direktur Lembaga Eijkman. Pemanfaatan Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati). 3. Prof. Dr. Orbanus Naharia (Universitas Negeri Manado: Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran tentang Keanekaragaman Hayati	Moderator Prof. Dr. Ibnu Maryanto
09.45-11.00	1. Prof. Dr. Ir. Herry I. Simbala, M.Si (Universitas Sam Ratulangi, Manado: Bioprospeksi Pinang Yaki (<i>Areca vestiaria</i>) sebagai Anti Kanker. 2. Drs. Sisunandar, M.Si., Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto: Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Peningkatan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia) 3. Dr. Luchman Hakim (Universitas Brawijaya: Peran Biologi dalam Pengembangan Ekowisata). 4. Prof. Dr. Dingse Pandiangan, M.Si (Universitas Sam Ratulangi) "Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati."	Moderator Dr. Sukmarayu P. Gedoan
11.00-11.30	Sesi Tanya Jawab	
11.30-13.00	ISHOMA dan Sesi Poster	Panitia

13.00-16.30	Sesi Paralel (Bioteknologi, Biodiversitas dan Biokonservasi, Biologi Lingkungan, Biofarmasi, dan Pendidikan Biologi)	Penanggung Jawab Ruangan dan Moderator di Kelompok
16.30-17.00	Pengumuman Pemenang Poster dan Presentator terbaik	Panitia
17.00-18.00	1. <i>Closing Ceremony</i> : - Pembacaan Hasil Kongres Biologi XVI - Serah terima Kepengurusan - Sambutan dari Ketua Umum PBI Baru 2. Ucapan Terima Kasih 3. Doa Penutup	Ketua PBI Cabang Manado Prof. dr. Edwin de Queljoe Panitia
Sabtu, 26 Agustus 2017 07.00-15.00	<i>Field Trip</i>	Panitia

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Berkat-Nya, sehingga prosiding hasil Seminar Nasional Biologi XXIV tahun 2017 dengan tema Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman hayati dapat diselesaikan. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXIV yang dilaksanakan pada tanggal 25 Agustus 2017 di Lion Hotel Manado, Sulawesi Utara.

Makalah dalam prosiding ini dikelompokkan dalam lima topik yaitu (1) Bioteknologi, (2) Biodiversitas dan Konservasi, (3) Biologi Lingkungan, (4) Biofarmasi dan Biomedis, dan (5) Pendidikan Biologi. Makalah ini sudah dipresentasikan dan ditelaah oleh reviewer sesuai dengan bidangnya masing-masing.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membatu terselenggaranya Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXIV. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada tim reviewer 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.

Manado, 13 Maret 2018

Editor

KATA SAMBUTAN DAN LAPORAN KETUA PANITIA SEMINAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Berkat-Nya bagi kita semua bisa hadir di acara Seminar Nasional Biologi XXIV tahun 2017 dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XVI pada Jumat, tanggal 25 Agustus 2017 di Hotel Lion dan Plaza Manado hari ini. Seminar ini dirangkaikan dengan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia ke XVI tahun 2017 yang telah dilaksanakan kemarin Hotel Quality Manado dan Seminar MIPANET 2017 di Auditorium Universitas Sam Ratulangi Manado pada hari Kamis, tanggal 24 Agustus 2017. Demikian juga hari ini Rektor dan Dekan FMIPA Unsrat tidak bisa hadir bersama-sama dengan kita saat ini oleh karena Beliau menghadiri lanjutan Seminar MIPANET kemarin sekaligus menyambut Dirjen Ristekdikti yang sedianya Pembicara utama hari Kamis kemarin dipindahkan hari ini. Atas nama Beliau memohon maaf tidak bisa menyambut Bapak/Ibu para Pembicara dan Peserta seminar pagi ini. Oleh karena itu juga seminar ini menjadi tidak tepat waktu di mulai, untuk itu kami panitia memohon maaf atas ketidaknyamanan ini.

Bapak dan Ibu Peserta Seminar yang kami hormati, pendidikan dan penelitian menjadi dua aspek yang sangat penting dalam pengembangan ilmu dan teknologi, serta program konservasi keanekaragaman hayati dan berbagai aspek biologi dan ekologi. Untuk itu, hasil-hasil penelitian dalam berbagai aspek biologi menjadi sangat penting untuk konservasi keanekaragaman hayati dan berbagai aspek lingkungannya. Hasil-hasil penelitian tersebut perlu diterapkan, namun perlu juga disebar luaskan agar diketahui masyarakat lebih luas. Untuk itu, berbagai publisitas hasil-hasil penelitian tersebut melalui majalah ilmiah, seminar, lokakarya dan konferensi merupakan hal yang perlu dilakukan untuk menyebar luaskan informasi hasil-hasil penelitian bagi masyarakat secara luas, khususnya para praktisi biologi. Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) Cabang Manado menjadi salah satu wadah yang dapat dipakai untuk mencapai tujuan tersebut.

Seminar ini bertujuan untuk mewadahi penemuan-penemuan terkini dalam bidang ilmu Biologi, yang meliputi Bioteknologi, Biodiversitas, Bioproses, Biofarmasi dan Biokonservasi dan Biologi Pendidikan. Melalui seminar ini diharapkan akan diperoleh beberapa manfaat yaitu: Pertukaran informasi di antara para peneliti mancanegara dan terciptanya jejaring kerja baru bagi para peneliti dan penambah wawasan keilmuannya, peluang untuk publikasi ilmiah pada jurnal internasional bereputasi, peningkatan wawasan ilmiah peserta langsung dari narasumber pakarnya, peluang untuk mendapatkan satuan kredit para dosen Biologi dan pemerhati Biologi lainnya. Oleh sebab itu timbullah tema kegiatan seminar ini yaitu **"Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati"**. Sub tema kegiatan adalah Bioteknologi, Biodiversitas dan Biokonservasi, Biologi Lingkungan, Biofarmasi dan Biomedis, Pendidikan Biologi.

Terimakasih banyak atas kesediaan para Pembicara Utama atau Pemakalah Utama yang telah hadir hari ini, bersedia membagi pengalaman dan ilmu bagi kita hari ini dan sekaligus menjadi Sponsor pada kegiatan Seminar ini, yang kami sapa dengan hormat:

1. Dr. Siti Nuramaliati Prijono (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia/LIPI. Status, Pelestarian, Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan)
2. Prof. Amin Subandrio (Direktur Lembaga Eijkman dan Gurubesar UI. Pemanfaatan Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati)
3. Prof. Dr. Orbanus Naharia (Direktur Pascasarjana Universitas Negeri Manado. Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran Keanekaragaman Hayati)
4. Prof. Dr.Ir. Herny I. Simbala, MSi (Universitas Sam Ratulangi Manado. Bioprospeksi Pinang *Areca vestiaria* sebagai Anti Kanker)
5. Drs. Sisunandar, M.Si., Ph.D. (Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Perbaikan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia)
6. Luchman Hakim, S.Si, Magrsc, PhD (Universitas Brawijaya: Peran Biologi dalam Industri Wisata di Indonesia: Konservasi dan Biodiversitas)
7. Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi (Universitas Sam Ratulangi, Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati).

Jumlah abstrak yang terkirim ke panitia sebagai pemakalah sebanyak 130 orang hampir mewakili seluruh Propinsi yang ada di Indonesia. Peserta seminar berasal dari berbagai kalangan mulai dari Dosen,

Lembaga peneliti, Mahasiswa S1, S2 dan S3, Lembaga masyarakat dan pemerintah daerah. Bersamaan dengan hal tersebut pengurus cabang PBI seluruh Indonesia juga turut diundang dalam acara seminar ini. Beberapa pengurus juga ikut serta dalam acara seminar ini. Beberapa sponsor pendukung acara ini juga membuka Stand pameran produk-produk mereka yang membuat acara ini semakin ramai dan semarak. Maka total keseluruhan peserta bersama panitia dari dosen, mahasiswa serta tamu yang datang dari para sponsor adalah 307 orang.

Acara Seminar Nasional Biologi tahun 2017 ini juga bersamaan dengan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia yang dilakukan sekali 4 tahun. Kegiatan ini baru pertama kali dilakukan di Manado setelah terbentuknya Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado yang dikoordinir oleh Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi atas perintah penugasan PBI Pusat. PBI Cabang Manado dibentuk kembali pada tahun 2015 yang di Ketuai oleh Prof. Dr. Edwin de Queljoe, MSc, Sp.And dari UNSRAT, Wakil Ketua Dr. Dennie Rompas, MSi dari UNIMA, Sekretaris Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi, Wakil Sekretaris Dr. Sukmarayu Gedoan, MSi dan Bendahara Joke L.Tombuku, S.Si. M.Si dari UKIT yang dibantu beberapa komisi lainnya.

Seminar ini diselenggarakan oleh Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Manado dengan dukungan dari: 1. Perhimpunan Biologi Indonesia (Pusat Jakarta), 2. Jurusan Biologi Universitas Negeri Manado, 3. FMIPA Universitas Kristen Tomohon, 4. LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia), 5. Lembaga Eijkman Jakarta, 6. PT. Ditekjaya, 7. Gene Craft Labs, 8. PT. Tirta Invertama (Aqua), dan 9. Manado Post. Untuk itu kami mengucapkan banyak terimakasih atas peran serta seluruh sponsor dan panitia sehingga seminar ini berjalan seperti yang kita lihat saat ini. Demikianlah sambutan ini kami sampaikan. Atas segala perhatian Bapak/Ibu/Sdra/i kami ucapkan terimakasih.

Manado, 25 Agustus 2017
Ketua Panitia

(Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi)
NIP: 196710201995032001

**SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA
CABANG MANADO**

Syalom, Salam Sejahtera bagi kita semua,
Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yang kami hormati

Ketua PBI Pusat, serta rombongan. Selamat datang di Manado Sulawesi Utara

Yang kami hormati para Keynote Speaker :

1. Dr. Siti Nuramaliati Prijono (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)
2. Prof. dr. Amin Subandrio, PhD (Direktur Lembaga Eijkman dan Guru Besar UI)
3. Drs. Sisunandar, MSi, PhD. (Univ Muhammadiyah Purwokerto)
4. Luchman Hakim, SSI., M AGRSC., PhD (Univ. Brawijaja)
5. Prof. Dr. Orbanus Nahari (Univ. Negeri Manado)
6. Prof. Dr. Herni i. Simbala, (Univ. Sam Ratulangi)
7. Prof. Dr. Dingse Pandiangan, MSi (Univ. Sam Ratulangi)

Para pemateri dan peserta Seminar Nasional Biologi yang saya hormati

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan berkah-Nya kepada kita semua sehingga hari ini kita dapat dipertemukan untuk mengikuti acara Seminar Nasional Biologi ke XXIV yang diadakan oleh PBI Manado. Kami mengucapkan selamat datang pada peserta seminar dimana kita memiliki kesempatan untuk Mmembagi informasi tentang berbagai strategi untuk meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian serta penerapan hasil-hasil penelitian dalam bidang biologi. Pada Seminar Nasional ini, tema yang kami angkat adalah "Penelitian, Bioprospeksi, dan Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keanekaragaman Hayati". Menurut hemat kami, seminar, diskusi, dan sharing Ilmu pengetahuan seperti ini selalu memainkan peranan penting dalam perkembangan dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Seminar Nasional ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini ijin kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada panitia penyelenggara yang terdiri dari UNSRAT, UNIMA DAN UKIT, yang telah mempersiapkan terselenggaranya seminar nasional ini, Secara khusus perkenankan pula saya sampaikan terima kasih kepada PBI PUSAT, UNSRAT, UNIMA, UKIT, LIPI, GENE CRAFT LABS, PT DITEK JAYA, LEMBAGA EIJKMAN DAN AQUA YANG TELAH BERPARTISIPASI DALAM PENYELENGGARAAN Seminar Nasional Biologi ke XXIV.

Kami menyadari bahwa penyelenggaraan seminar ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Akhirnya saya mengucapkan terima kasih atas partisipasinya dalam seminar yang diselenggarakan oleh PBI Cabang Manado ini dengan harapan semoga memberikan pencerahan bagi kita khususnya yang selalu terlibat dalam penelitian, pembelajaran dan aplikasi bidang MIPA dalam kehidupan kita masing-masing.

Akhir kata semoga peserta seminar mendapatkan manfaat yang besar dari Seminar ini sehingga mampu mewujudkan atmosfer dalam penelitian, pembelajaran dan aplikasi bidang Biologi yang baik dan berkelanjutan sesuai dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi. Kami mengucapkan terima kasih dan selamat mengikuti seminar.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Salam Hangat,
Ketua PBI Cabang Manado

Prof. Edwin de Queljoe, M.Sc., Sp.And

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Hal i
TIM REVIEWER DAN EDITOR PROSIDING	ii
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA	iv
SUSUNAN ACARA SEMINAR	vi
KATA PENGANTAR	vii
KATA SAMBUTAN DAN LAPORAN KETUA PANITIA SEMINAR	viii
SAMBUTAN KETUA PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA	
CABANG MANADO	x
DAFTAR ISI	xi

MAKALAH UTAMA

No	Judul	Penulis	
1.	Status, Pelestarian, Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Peluang dan Tantangan	Dr. Siti Nuramaliati Prijono	1-6
2.	Pemanfaatan Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati	Prof. Amin Subandrio	7
3.	Strategi Pendidikan Biologi untuk Pengajaran tentang Keanekaragaman Hayati	Prof. Dr. Orbanus Nahari	8
4.	Bioprospeksi Pinang Yaki (<i>Areca vestiaria</i>) sebagai Anti Kanker	Prof. Dr. Ir. Herny I. Simbala, M.Si	9
5.	Kultur Jaringan Tumbuhan untuk Program Peningkatan Kualitas dan Konservasi Kelapa di Indonesia	Drs. Sisunandar, M.Si., Ph.D	10-21
6.	Peran Biologi dalam Pengembangan Ekowisata	Dr. Luchman Hakim	22
7.	Penelitian dan Pemanfaatan Bioteknologi untuk Diversifikasi Produk Keanekaragaman Hayati	Prof. Dr. Dingse Pandiangan	23-34

MAKALAH PENUNJANG

Kelompok: Bioteknologi

1	Pengaruh Media Sintetik yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Miselium Fungi Ektomikoriza <i>Cenococcum</i> sp.	Feskaharny Alamsjah	35-39
2	Kemampuan Seksual Sapi Pejantan Limousin dan Simmental di Balai Inseminasi Buatan Lembang	Lentji Rinny Ngangi, Manopo Jouke H, Endang Pudjihastuti dan Santie H. Turangan	40-44
3	Peningkatan Produksi Cabai Rawit (<i>Capsicum annum</i> L.) Dengan Menggunakan Pupuk Organik Berbahan Dasar Limbah Peternakan yang Difermentasi oleh Agen Bio-Aktivator di Desa Tosuraya Selatan Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara	Hellen Joan Lawalata	45-51
4	Potensi Nata De Coco sebagai Bahan Baku Plastik	Nur Arfa Yanti, Sitti Wirdhana Ahmad, dan Nurhayani H. Muhiddin	52-57
5	Pemanfaatan Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk) sebagai Pakan Labi-Labi (<i>Amyda cartilaginea</i> Boddaert, 1770)	Teguh Muslim	58-63
6	Kemampuan Isolat <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , dan Konsorsium terhadap <i>Pyricularia grisea</i> Penyebab Penyakit Blast pada Padi Inpari 15	Zuraidah dan Hendrix Kusuma	64-70

- | | | | |
|----|--|---|--------|
| 7 | Induksi Embriogenesis Somatik <i>Artemisia vulgaris</i> L. dengan Pemberian 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) | Zozy Aneloi Noli, Suwirmen dan Nazhira Fadhilah | 71-76 |
| 8 | Viabilitas dan Pertumbuhan Biji Porang (<i>Amorphophallus muelleri</i> BLUME) dari Bunga Terfertilisasi dan tidak Terfertilisasi | Nunung Harijati dan Hikma Isnailul Navisya | 77-84 |
| 9 | Induksi Protein Tanaman Kacang Tanah (<i>Arachis hypogaea</i> L.) dengan Elisitor Ekstrak <i>Sida rhombifolia</i> L. dan <i>Plantago mayor</i> L. | Henny L. Rampe, Stella D. Umboh dan Marhaenus J. Rumondor | 85-91 |
| 10 | Optimasi Medium melalui Penambahan Sitokinin dan Auksin pada Beberapa Spesies Gaharu secara <i>In Vitro</i> | Aryani Leksonowati dan Witjaksono | 92-100 |

Kelompok: Biofarmasi dan Biomedis

- | | | | |
|---|--|---|---------|
| 1 | Uji Antioksidan Taurine dan Ekstrak Jamur Tiram terhadap Efek Oksidan Paraquat pada Jaringan Paru Mencit Jantan (<i>Mus musculus</i>) | Endang L. Widiastuti, Bayu P.D. Jaya dan Endang Nurcahyani | 101-109 |
| 2 | Potensi Ekstrak Tunikata Laut <i>Polycarpa aurata</i> Quoy dan Gaimard 1834 sebagai Antibakteri MRSA (<i>Methicilin Resistant Staphylococcus Aureus</i>) | Magdalena Litaay, Elvianita Baby, Zaraswati Dwyana dan Eva Johannes | 110-115 |
| 3 | Bioprospeksi <i>Tabulotutu</i> (<i>Euphorbia hirta</i> L) di Gorontalo | Novri Youla Kandowangko | 116-122 |
| 4 | Amplifikasi dan Sekuensing Gen RV 1980C <i>Mycobacterium tuberculosis</i> sebagai Antigen Immuno Diagnostik Tuberkulosis Laten | Rosana Agus | 123-126 |
| 5 | Kandungan Fitokimia dan Aktifitas Sitotoksik Rumput Laut merah (<i>Halimena Durvilae</i>) yang diambil dari Perairan Sulawesi Utara | Sanger G., Rarung L.K., Kaseger B.E | 127-134 |
| 6 | Oksitosin Menghambat Aktivasi Ghrelin terhadap Neuron NPY di Pusat Pengendali Makan Arcuate Nucleus Hipotalamus | Putra Santoso dan Anthoni Agustien | 135-142 |
| 7 | Inventarisasi dan Identifikasi Tanaman Obat Di Pekarangan Desa Sibetan, Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem, Bali | Yenisbar, Wayan Rawiniwati, Ety Hesthiati | 143-153 |
| 8 | Efek Ekstrak "Pasote" terhadap Kadar Gula Darah Tikus Putih Jantan yang Diinduksi dengan Sukrosa | Dingse Pandiangan, Lalu Wahyudi dan Edwin de Queljoe | 154-163 |
| 9 | Uji Teratogenik Ekstrak Buah Pare (<i>Momordica charantia</i> L.) terhadap Perkembangan Fetus Mencit (<i>Mus musculus</i>) | Nuning Nurcahyani, Silvia Andriani, Sutyarso, dan Hendri Busman | 164-169 |

Kelompok: Biodiversitas dan Biokonservasi

- | | | | |
|---|---|------------------------------------|---------|
| 1 | Pemanfaatan Tumbuh-Tumbuhan oleh Kupu-Kupu di Kawasan Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara | Hasni Ruslan dan Dwi Andayaningsih | 170-173 |
| 2 | Vegetasi Dominan di Areal Bekas Kebun dan Pemanfaatannya oleh Masyarakat Kampung Ayambori Manokwari Papua Barat | Heru Joko Budirianto | 174-184 |
| 3 | Studi Ekologi Tumbuhan Invasif di Kawasan Cagar Alam Rimbo Panti Pasaman Propinsi Sumatera Barat | Solfiyeni dan Wilda Sasra Yulita | 185-192 |

4	Pemanfaatan Vegetasi Mangrove untuk Kedaulatan Ekonomi Masyarakat Pesisir	Farhanuddin, Nur Indah Sari Arbit, Sulmiyati, dan Suparjo Razasli Carong	192-198
5	Biodiversitas Karang Jamur (Fungiidae) di Perairan Teluk Manado	Bambang Hermanto	199-207
6	Keragaman Jenis Burung di Sekitar Kawasan Air Terjun Lombongo sebagai Potensi Obyek Wisata <i>Birdwatching</i> Provinsi Gorontalo	Diah Irawati Dwi Arini	208-219
7	Pola Pertumbuhan Ikan Jurung (<i>Tor tambra</i>) dari Sungai Bahorok Sumatera Utara	Hesti Wahyuningsih dan Emita Sabri	220-225
8	Keanekaragaman Herpetofauna di Area Sungai Sekung, Kawasan Ekosistem Essensial Wehea-Kelay, Kalimantan Timur	Ulfah Karmila Sari, Teguh Muslim, dan Suryanto	226-234
9	Identifikasi Spesies Katak <i>Hylarana</i> sp. dari Pulau Bangka Menggunakan Penanda Gen 16s RRNA Mitokondria	Wahyu Prihatini, Siwi Saputri, dan Rouland Ibnu Darda	235-241
10	Program Perhutanan Sosial 12,7 Juta Hektar: Suatu Ancaman atau Keuntungan terhadap Keanekaragaman Hayati Hutan Indonesia	Ardiyanto W Nugroho	242-250
11	Kondisi Habitat Beruang Madu di <i>Enclosure</i> Kawasan Wisata Pendidikan Lingkungan Hidup (KWPLH) Balikpapan	Mukhlisi	251-257
12	Kebun Raya Sebagai Alternatif Nyata Konservasi <i>Ex-Situ</i> Pada Lahan Pasca Tambang dan Terbuka Hijau di Sulawesi	Nizzar Fachry P, Aulia Rahmanianda, Zulkifli Nurdin, Mohamad Suheri, Iman, dan Kartika Puspitasari	258-270
13	Pengaruh Pembukaan Kawasan Ekowisata Taman Sungai Mudal Terhadap Keanekaragaman Herpetofauna di Lereng Pegunungan Menoreh, Kulon Progo, Yogyakarta	Noor Laina Maireda, Arnita Prasintaningrum, Elpri E. Permadi ¹ , Anisa Fatwa, Lathifatul Faliha, Laili Mufli Zusrina, Ikhsan Jaya, and Rury Eprilurahman	271-278
14	Potensi Hutan Penelitian Samboja sebagai Area Konservasi dan Penelitian Orangutan Kalimantan (<i>Pongo pygmaeus</i> sp.): Sebuah Tinjauan Berdasarkan Kondisi Vegetasi dan Kelimpahan Pakan	Tri Sayektiningsih, Ulfah Karmila Sari, Ishak Yassir, Hendri, dan Amir Ma'ruf	279-287
15	Perilaku Anakan Burung Kuntul Kerbau (<i>Bubulcus ibis</i> L.) Di Tanjung Rejo, Deliserdang Sumatera Utara	Erni Jumilawaty dan Mariati	288-295
16	Biodiversitas Ikan Laut di Perairan Pulau Sulawesi, Indonesia	Teguh Peristiwady	296-302
17	Analisa Keragaman Ikan Sapu-Sapu di Sungai Ciliwung Wilayah Jakarta	Dewi Elfidasari, Fatihah Dinul Qoyyimah, Melta Rini Fahmi, Rosnaeni, dan Riris Lindiawati Puspitasari	303-310
18	Pemilihan Tumbuhan Hutan sebagai Sumber Pakan dan Pohon Sarang Kuskus Beruang (<i>Ailurops ursinus</i>) di Sulawesi	Wartika Rosa Farida	311-320
19	Peningkatan Daya Saing Produk Ubi Bete melalui Kegiatan Ipteks bagi desa mitra (IbDM) Desa Mandiri Pangan non-Beras di Raanan Baru, Kec. Motoling Barat, Kab. Minahasa Selatan	Tommy Martho Palapa, Aser Yalindua, dan Alfonds Andrew Maramis *	321-327

Kelompok: Biologi Lingkungan

1	Pemanfaatan Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Serai Wangi (<i>Andropogon nardus</i>) dan Lengkuas (<i>Alpinia galangal</i>) sebagai Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Utama Tanaman Cabai	Christina Salaki dan Vivi Montong	328-334
2	Pemanfaatan Cendawan Entomopatogen <i>Hirsutella thompsonii</i> dalam Pengendalian Hama <i>Crocidolomia binotalis</i> pada Budidaya Tanaman Kubis	Ernest Hanny Sakul dan Wiesye Maya Selfia Nangoy	335-342
3	Potensi Bioinsektisida dari Ekstrak Biji dan Ekstrak Kulit Batang Tumbuhan Pangi (<i>Pangium edule</i> Reinw.) dalam Meningkatkan Mortalitas "Gay Gantung" <i>Plutella xylostella</i> L.	Jacklin Stella Salome Manoppo dan Wiesye Maya Selfia Nangoy	343-354
4	Status Keberlanjutan Tanaman Budidaya Alternatif di Daerah Konflik Manusia-Gajah Provinsi Aceh	Kaniwa Berliani, Hadi S.Alikodra, Burhanuddin Masy'ud, dan Mirza Dikari Kusri	355-367
5	Potensi Sedimen Mangrove erhadap Dekomposisi Limbah Sayuran	Slamet Santosa dan Eddy Soekendarsi	368-373
6	Viabilitas Jamur Tanah Terhadap Fungisida Antracol di Pertanaman Sayuran Kubis	Stella D. Umboh Stella D. Umboh dan Henny L. Rampe	374-382
7	Kemampuan Mikroba Penambat N, Pelarut P, dan MVA Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sorgum	Sukmarayu P. Gedoan dan Marthy L.S. Taulu	383-388
8	Peningkatan Kompetensi Wirausaha Agribisnis Cabai Merah (<i>Capsicum annum</i> , L) yang Berwawasan Lingkungan pada Generasi Muda di Kelurahan Tumatangang Satu Kecamatan Tomohon Selatan Kota Tomohon	Dany Christian Posumah	389-394
9	Optimalisasi Produksi Jagung Manis dengan Menggunakan Pupuk Organik di-grow pada Kelompok Tani Pinaesaan Kabupaten Minahasa	Jacklin Stella Salome Manoppo dan Wiesye Maya Selfia Nangoy	395-402
10	Pemberdayaan bagi Kelompok Tani Ternak Sapi Berkelanjutan di Desa Wusa	F.H. Elly dan A. Rumambi.	403-407
11	Penerapan Ipteks bagi Kelompok Tani Jagung Ternak Sapi di Desa Pinabetengan	J.C. Loing dan J.K.J. Kalangi, F.H. Elly	408-412
12	Daya Bunuh Ekstrak Daun Permot (<i>Passiflora foetida</i>) terhadap Larva Nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i>	Rina Priastini Susilowati, dan Budiman Hartono	413-420
13	Kualitas Perairan dan Populasi Ikan Seribu (<i>Poecilia reticulata</i>) di Sungai Banyuputih, Salatiga	Hana Agustina Mra-mra dan Suchyo	421-430
14	Uji Toksisitas Akut Air Sungai Ngaglik Menggunakan Ikan Seribu (<i>Poecilia reticulata</i>)	Lerlina Adolfina Mandowally dan Suchyo	430-439
15	Deteksi Bakteri <i>Coliform</i> dan <i>Salmonella</i> sp. dari Sumber Air pada Pengolahan Tempe di Kecamatan Sidorejo, Salatiga	Kartika Aditya Bairam, Lusiawati Dewi dan Jacob L.A. Uktolseja	440-446
16	Optimalisasi Pembuatan Pestisida Organik dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Sawi dan Pak Choy Pada Kelompok Tani Maleosan Kabupaten Minahasa	Ernest Hanny Sakul dan Wiesye Maya Selfia Nangoy	447-453

Kelompok : Pendidikan Biologi

- | | | | |
|---|---|---|---------|
| 1 | Potensi Ekosistem Pesisir sebagai Bahan Kajian dalam Pembelajaran IPA Biologi di Wilayah Pesisir | Abubakar Sidik Katili, Ramli Utina, Elya Nusntari, Yowan Tamu. | 454-460 |
| 2 | Pengembangan Desain Pembelajaran <i>Kreatif-Produktif</i> Sebagai Strategi Pencapaian Kompetensi Dasar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi SMA di Kabupaten Banyumas | Teguh Julianto, Arief Husin, Ferry Pujiastuti, Yulina Andriani dan Ida Sulistyawati | 461-470 |
| 3 | Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan <i>Mind Map</i> dan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Teams Games Tournament</i> (TGT) terhadap Kemampuan Metakognitif dan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII SMPK St. Yoseph Noelbaki pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Tahun Ajaran 2015/2016 | Florentina Y. Sepe | 471-477 |
| 4 | Penerapan Model Pembelajaran Diagram <i>Roundhouse</i> Melalui <i>Learning Cycle</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII ^e SMPN 19 Malang | Hildegardis Missa | 478-482 |
| 5 | Implementasi Lesson Study di Fmipa Unima: Studi Kasus Perkuliahan dan Pendampingan PPL Pendidikan Biologi | Alfonds Andrew Maramis | 483-489 |
| 6 | Pelatihan Penggunaan Alat-alat Laboratorium IPA Menggunakan Alat Sederhana pada Guru-guru SMP Negeri Tondano | Zusje Wiesje Merry Warouw | 490-501 |
| 7 | Persepsi Pembelajaran Inkuiri dan Keterampilan Proses Guru Sekolah Dasar IPA Biologi di Kecamatan Talawaan | Femmy Roosje Kawuwung | 502-508 |

Uji Antioksidan Taurine Dan Ekstrak Jamur Tiram Terhadap Efek Oksidan Paraquat Pada Jaringan Paru Mencit Jantan (*Mus musculus*)

Endang L. Widiastuti¹, Bayu P.D. Jaya², Endang Nurcahyani¹

¹Jurusan Biologi-FMIPA Universitas Lampung; ²Lab. Fisiologi-FK Universitas Lampung
Jl. Sumantribrojonegoro No. 1 Bandar Lampung, LAMPUNG 35145 – INDONESIA
elwidi@yahoo.com/ endang.linirin@fmipa.unila.ac.id

ABSTRAK

Herbisida cukup memegang peran di bidang pertanian, namun demikian penggunaannya memberikan dampak samping sehubungan dengan peningkatan kerusakan oksidatif melalui pembentukan molekul reaktif-oksidatif (*reactive oxidative species* atau ROS). ROS ini mampu diperkecil jumlahnya dengan pemberian oksidan. **Tujuan** dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi peran senyawa organik taurine serta ekstrak jamur tiram terhadap efek oksidan paraquat pada jaringan paru mencit jantan, *Mus musculus* galur DDY. **Metode** penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan, yaitu control (K), pemberian paraquat (P1), pemberian ekstrak jamur tiram (P2), pemberian paraquat dan taurine (P3), serta pemberian paraquat dan ekstrak jamur tiram (P4), dengan masing-masing ulangan adalah 6. Parameter yang diukur adalah konsentrasi malonaldehyde (MDA), glutation, superoxidedismutase (SDO), serta histopatologis jaringan paru. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan uji lanjut BNT, serta uji *Man Whitley* pada α 5%. **Hasil penelitian** ini didapat bahwa pemberian taurine serta pemberian jamur tiram mampu untuk menurunkan efek oksidasi dari paraquat. Konsentrasi MDA menurun 16-74%, demikian juga konsentrasi SDO menurun 17-20%, sedangkan glutation meningkat >200%. Untuk efek pemulihan oksidan baik pemberian jamur tiram serta taurine mampu memperbaiki kerusakan jaringan dari skor 5,33 menjadi 3,50. **Kesimpulan** dari penelitian ini adalah baik senyawa taurine maupun ekstrak jamur tiram mampu menurunkan efek oksidan paraquat dengan menurunkan konsentrasi MDA dan SOD dan menaikkan konsentrasi glutation, serta mampu memperbaiki jaringan paru sebesar 34-37%.

Kata kunci: taurine, oyster mushroom, MDA, SOD, glutathione levels

ABSTRACT

Paraquat is one of chemical substances used in agriculture as herbicide. However, it is able to increase the oxidative damage by increase in the reactive molecules (*reactive oxidative species* or ROS). Yet the effect of ROS is expected to be decreased by supplementing such oxidant molecules. The aims of the study was to explore such antioxidant ability of organic taurine and oyster mushroom extract on oxidant effect of paraquat in lung tissues of DDY male mice (*Mus musculus*). Completely randomized design with 5 treatment groups was assigned for this study, they were a control (C), paraquat group (P1), oyster mushroom extract group (P2), paraquat and taurine group (P3) and paraquat and oyster mushrooms extract group (P4). Parameters measured weren MDA, glutathione, SOD enzyme levels and histopathological changes in lung tissues. Data was analyzed using one-way ANOVA and followed by LSD and *Man Whitley* test (for histopathological study) at 5% level of significant. The results indicated that paraquat decreased in lung MDA levels significantly for 15-25%, as well as those in SDO level for 17-20%, but the level of glutathione increased >200%. The recovery level of lung tissues due to paraquat effect in both groups given taurine and oyster mushroom extract enhanced from score level of 5.33 to 3.50. In conclusion, both of organic taurine and oyster mushroom extract were able to decrease the concentration of MDA and SOD and increased the glutathione concentration in lung tissues, as well as to improve the lung tissues damage for about 34-37%.

Key words: taurine, oyster mushroom, MDA, SOD, glutathione levels

PENDAHULUAN

Paraquat adalah senyawa yang umum digunakan sebagai bahan herbisida di bidang pertanian. Namun demikian, paraquat mampu meningkatkan molekul-molekul reaktif yang disebut dengan ROS (*reactive oxidative species*), yaitu molekul-molekul oksidan yang mampu merusak jaringan. Dalam jumlah yang banyak di dalam tubuh, paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium dichloride) dapat menimbulkan kematian, demikian juga jika dalam jumlah yang sedikit namun terakumulasi dalam tubuh dalam kurun waktu tertentu akan mengakibatkan rusaknya berbagai jaringan terutama dari organ paru, hati, otak, dan ginjal (Awadalla, 2010; Ortiz *et al.*, 2016). Kerusakan jaringan tersebut diakibatkan aktivitas proliferasi molekul-molekul ROS tersebut serta oksidasi dari NADPH, yaitu molekul yang diperlukan dalam reaksi redoks di metabolisme (Oliviera *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2009).

Banyak penelitian yang sedang berlangsung sekarang ini berusaha untuk mencari antioksidan yang dapat mencegah kerusakan akibat akumulasi senyawa oksidan yang di antaranya adalah paraquat. Walau diketahui berbagai molekul seperti berbagai vitamin, seperti vitamin C dan E serta N-acetylcysteine dan melatonin telah diketahui mampu mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh paraquat (Mood *et al.*, 2011; Moon and Chun, 2010; Awadalla, 2010; Hong *et al.*, 2003). Namun demikian eksplorasi terhadap berbagai bahan organik yang mampu menjadi antioksidan dari senyawa yang menyebabkan pelepasan ROS ini perlu dilakukan. Salah satunya adalah asam amino bebas taurine. Taurine adalah asam amino bebas yang mengandung grup sulfur serta memiliki berbagai fungsi di dalam tubuh, di antaranya sebagai senyawa organik yang berperan dalam menjaga stabilitas membrane, osmoregulasi, neuromodulasi dan detoksifikasi (Shim *et al.*, 2009; Ripps and Shen, 2012). Bahkan taurine mampu meningkatkan

pertumbuhan serta kematangan gonad pada hewan vertebrata lainnya seperti ikan cobia (Widiastuti *et al.*, 2011).

Taurine terdapat banyak di jaringan hati (Batista *et al.*, 2012) serta diketahui mampu menjaga jaringan tubuh dari berbagai senyawa toksik, khususnya di jaringan hati yang menyebabkan hepatotoksisitas (Heidari *et al.*, 2013; Liao *et al.*, 2008; Tabassum *et al.*, 2006). Kemampuan taurine tersebut dikarenakan perannya dalam menekan produktivitas ROS serta mengikat ROS di dalam sel (Ripps and Shen, 2012; Ozden *et al.*, 2012; Yildirim and Kilic, 2011). Di samping itu taurine juga mampu untuk meningkatkan aktivitas berbagai enzim yang berperan sebagai antioksidan (Tasci *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2014). Di samping taurine, eksplorasi antioksidan juga dilakukan di jamur. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) merupakan salah satu jamur konsumsi serta banyak mengandung senyawa fenolik seperti polifenol yang diketahui memiliki kemampuan sebagai antioksidan tinggi (Iwakolun *et al.*, 2007; Neelam and Singh, 2013) serta senyawa β glucan yang juga mampu meningkatkan berbagai enzim antioksidan seperti SOD, katalase, dan peroksidase (Patel *et al.*, 2012). Dengan kandungan senyawa yang dimilikinya, jamur ini juga mampu menjaga organ hati dari kerusakan jaringan yang diakibatkan oleh racun dari acetaminophen (Naguib *et al.*, 2014).

Dengan berbagai peran yang dimiliki oleh taurine serta kandungan senyawa di jamur tiram terhadap kemampuannya sebagai antioksidan, maka perlu dilakukan suatu kajian yang menunjukkan kemampuan taurine dan ekstrak jamur tiram sebagai antioksidan terhadap pengaruh paraquat di jaringan paru. Paru sebagai salah satu organ penting yang berperan dalam pengikatan oksigen. Dalam kajian ini, parameter dari kerusakan oksidatif yang diukur adalah kadar MDA, glutathion dan enzim SOD serta tingkat kerusakan di jaringan paru akibat induksi paraquat.

PENDAHULUAN

Paraquat adalah senyawa yang umum digunakan sebagai bahan herbisida di bidang pertanian. Namun demikian, paraquat mampu meningkatkan molekul-molekul reaktif yang disebut dengan ROS (*reactive oxidative species*), yaitu molekul-molekul oksidan yang mampu merusak jaringan. Dalam jumlah yang banyak di dalam tubuh, paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium dichloride) dapat menimbulkan kematian, demikian juga jika dalam jumlah yang sedikit namun terakumulasi dalam tubuh dalam kurun waktu tertentu akan mengakibatkan rusaknya berbagai jaringan terutama dari organ paru, hati, otak, dan ginjal (Awadalla, 2010; Ortiz *et al.*, 2016). Kerusakan jaringan tersebut diakibatkan aktivitas proliferasi molekul-molekul ROS tersebut serta oksidasi dari NADPH, yaitu molekul yang diperlukan dalam reaksi redoks di metabolisme (Oliviera *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2009).

Banyak penelitian yang sedang berlangsung sekarang ini berusaha untuk mencari antioksidan yang dapat mencegah kerusakan akibat akumulasi senyawa oksidan yang di antaranya adalah paraquat. Walau diketahui berbagai molekul seperti berbagai vitamin, seperti vitamin C dan E serta N-acetylcysteine dan melatonin telah diketahui mampu mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh paraquat (Mood *et al.*, 2011; Moon and Chun, 2010; Awadalla, 2010; Hong *et al.*, 2003). Namun demikian eksplorasi terhadap berbagai bahan organik yang mampu menjadi antioksidan dari senyawa yang menyebabkan pelepasan ROS ini perlu dilakukan. Salah satunya adalah asam amino bebas taurine. Taurine adalah asam amino bebas yang mengandung grup sulfur serta memiliki berbagai fungsi di dalam tubuh, di antaranya sebagai senyawa organik yang berperan dalam menjaga stabilitas membrane, osmoregulasi, neuromodulasi dan detoksifikasi (Shim *et al.*, 2009; Ripps and Shen, 2012). Bahkan taurine mampu meningkatkan

pertumbuhan serta kematangan gonad pada hewan vertebrata lainnya seperti ikan cobia (Widiastuti *et al.*, 2011).

Taurine terdapat banyak di jaringan hati (Batista *et al.*, 2012) serta diketahui mampu menjaga jaringan tubuh dari berbagai senyawa toksik, khususnya di jaringan hati yang menyebabkan hepatotoksitas (Heidari *et al.*, 2013; Liao *et al.*, 2008; Tabassum *et al.*, 2006). Kemampuan taurine tersebut dikarenakan perannya dalam menekan produktivitas ROS serta mengikat ROS di dalam sel (Ripps and Shen, 2012; Ozden *et al.*, 2012; Yildirim and Kilic, 2011). Di samping itu taurine juga mampu untuk meningkatkan aktivitas berbagai enzim yang berperan sebagai antioksidan (Tasci *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2014). Di samping taurine, eksplorasi antioksidan juga dilakukan di jamur. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) merupakan salah satu jamur konsumsi serta banyak mengandung senyawa fenolik seperti polifenol yang diketahui memiliki kemampuan sebagai antioksidan tinggi (Iwakolun *et al.*, 2007; Neelam and Singh, 2013) serta senyawa β glucan yang juga mampu meningkatkan berbagai enzim antioksidan seperti SOD, katalase, dan peroksidase (Patel *et al.*, 2012). Dengan kandungan senyawa yang dimilikinya, jamur ini juga mampu menjaga organ hati dari kerusakan jaringan yang diakibatkan oleh racun dari acetaminophen (Naguib *et al.*, 2014).

Dengan berbagai peran yang dimiliki oleh taurine serta kandungan senyawa di jamur tiram terhadap kemampuannya sebagai antioksidan, maka perlu dilakukan suatu kajian yang menunjukkan kemampuan taurine dan ekstrak jamur tiram sebagai antioksidan terhadap pengaruh paraquat di jaringan paru. Paru sebagai salah satu organ penting yang berperan dalam pengikatan oksigen. Dalam kajian ini, parameter dari kerusakan oksidatif yang diukur adalah kadar MDA, glutathion dan enzim SOD serta tingkat kerusakan di jaringan paru akibat induksi paraquat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan 30 mencit jantan (*Mus musculus*) dari galur DDY dengan bobot 30 – 40 gram. Mencit-mencit ini diletakkan masing-masing pada kandang terpisah dan diaklimatisasi di laboratorium dengan suhu ruang dan siklus pencahayaan 12:12 jam selama 1 minggu dan diberi makan serta minum *ad libitum*.

Preparasi jamur tiram (oyster mushroom)

Jamur tiram didapat dari pasar tradisional. Badan buah jamur dipotong kecil untuk kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 30-35⁰ C. Jamur yang sudah kering selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi tepung dan disimpan dalam botol pada suhu ruang. Ekstrak jamur tiram dilakukan dengan memanaskan 2.5 gram dalam 1 liter akuades selama 15 menit yang diikuti dengan penyaringan. Selanjutnya sebelum digunakan ekstrak ini disimpan pada suhu -40⁰ C.

Metode Perlakuan

Mencit dibagi dalam 5 kelompok/grup, yaitu:

- Kontrol (C): mencit diberi makan dengan makanan standar tanpa pemberian paraquat, taurine dan ekstrak jamur tiram,
- P1: Mencit diberi ekstrak jamur tiram dengan dosis 62.5 g/kg pada pakan standar dan air minum dengan dosis 2.5 g/l,
- P2: Mencit diberi pakan standar dan diinduksi dengan paraquat dengan dosis 20 mg/kg BB secara intraperitoneal, 2 kali seminggu selama 3 minggu,
- P3: Mencit diberi pakan standar dan diinduksi dengan paraquat seperti pada kelompok P2, namun juga diberi taurine dengan dosis 15.6 g/kg BB,
- P4: Mencit diberi pakan standar dan diberi ekstrak jamur tiram seperti di kelompok P1 dan diinduksi paraquat seperti di kelompok P2.

Setelah 3 minggu, mencit dikorbkan dan sebanyak 100 mg jaringan paru untuk setiap individu diambil dan dihomogenasi dengan menggunakan Tissue Lyser dalam 1 ml PBS 0.1 M pH 7.4. Alokot kemudian disentrifus dengan kecepatan 5,000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya supernatant dipindahkan kedalam tube dan disimpan pada suhu -20⁰ C.

Analisis Kerusakan Oksidatif

Kerusakan oksidatif ini dilakukan dengan mengukur konsentarsi MDA. Konsentrasi MDA diukur dengan menggunakan metode yang dimodifikasi dengan tiobarbituric acid (TBA) (berdasarkan Zainuri dan Wanandi, 2012). Konsentrasi glutathion diukur dengan menggunakan "glutathione examination kit" berdasarkan Syafrudin dan Subandrate (2015). Selanjutnya aktivitas enzim SOD diukur dengan menggunakan "RanSOD inspection kit" dari Randox (dengan langkah konsisten seperti yang direkomendasikan oleh perusahaan tersebut).

Pengamatan Histopatologi

Jaringan paru difiksasi dengan 10% formalin buffer, selanjutnya jaringan dipreparasi dengan Mayer Hematoxilin stain. Untuk pengamatan histopatologi didasarkan pada metode Manja Roenigk dengan kriteria sebagai berikut: 0 = normal; 1 = jika ada degenerasi parenchymatus; 2 = jika ada degenerasi hydropic, dan 3 = jika ada necrosis.

Analisis Data

Data untuk kerusakan oksidatif dalam bentuk konsentrasi MDA, glutathion, dan enzim SOD dilakukan analisis *one-way* Anova yang diikuti dengan uji lanjut Least Significant Difference (LSD). Uji histopathologi dilakukan dengan uji Kruskal Wallis yang dilanjutkan dengan uji Mann Whitney. Semua pengujian parameter dilakukan pada taraf confidant interval 95% ($\alpha = 5\%$).

HASIL

Kadar melonaldehyde (MDA), glutation serta superoxide dismutase (SOD) di jaringan

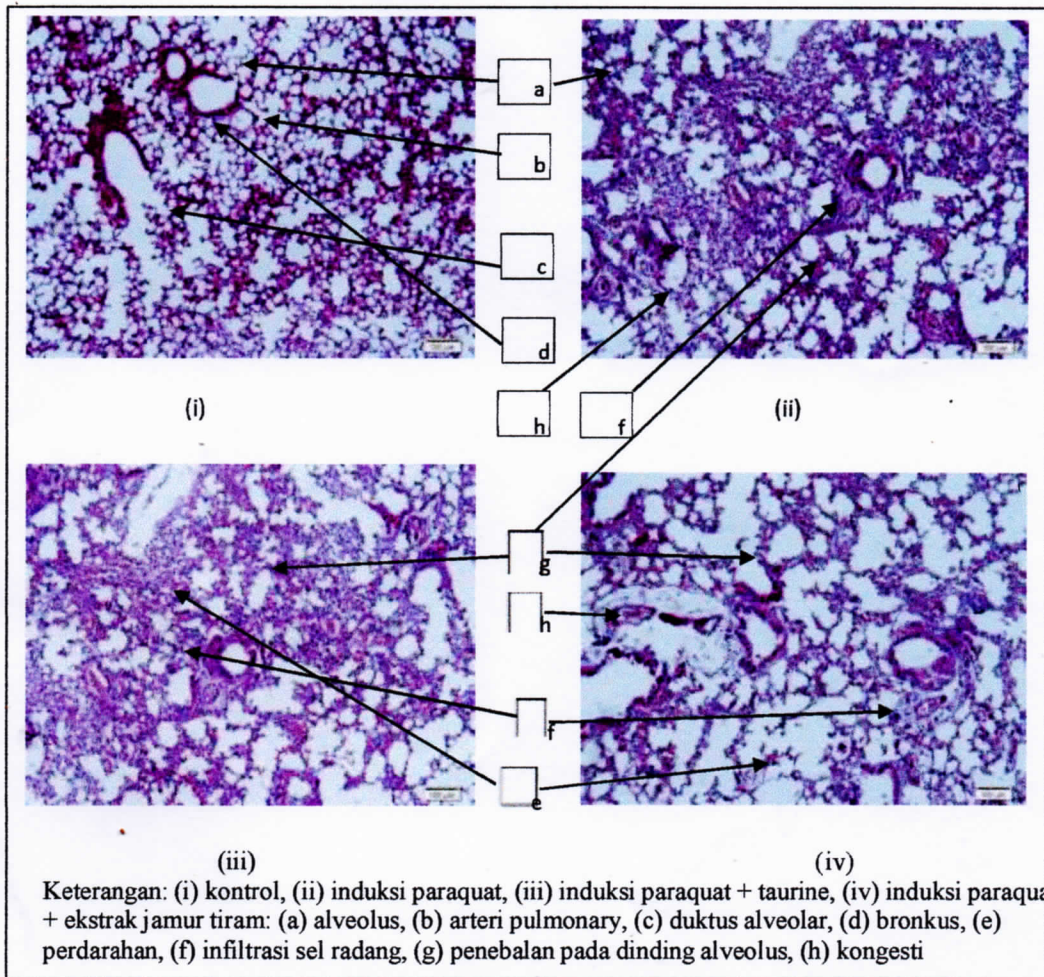
paru mencit setelah diinduksi dengan paraquat dan pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata kadar MDA, glutation serta SOD pada mencit jantan yang diinduksi paraquat (x±SEM)

Kelompok* / Konsentrasi molekul	C	P1	P2	P3	P4
MDA (nmol/ ml)	10,07±0,87 ^a	20,58 ±0,75 ^c	8,94±0,35 ^a	7,13±0,47 ^b	5,39±0,51 ^b
Glutation (µg/ml)	1,39±0,05 ^a	0,35±0,05 ^c	1,65±0,14 ^{ab}	1,21±0,11 ^a	1,12±0,13 ^a
SOD (IU/ml)	2,64±0,44 ^a	4,82±0,12 ^c	3,38±0,29 ^{ab}	3,98±0,40 ^{bc}	3,85±0,35 ^{bc}

Catatan: ^{a,b,c} nilai rerata pada baris yang sama yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada uji LSD ($\alpha=5\%$)

* C = grup kontrol; P1 grup induksi paraquat; P2 grup ekstrak jamur tiram; P3 grup induksi paraquat dan pemberian taurine; P4 grup induksi paraquat dan pemberian ekstrak jamur tiram



Gambar 1. Histopatologi jaringan paru mencit akibat induksi paraquat dan pemberian taurine serta ekstrak jamur tiram (H&E perbesaran 100x)

Tabel 2. Pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram terhadap skor kerusakan jaringan paru akibat induksi paraquat

Perlakuan	C	P1	P2	P3	P4
Skor kerusakan ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)	0,17+0,17 ^a	5,33±0,21 ^c	0,00±0,00 ^a	3,50±0,56 ^b	3,33±0,33 ^b

Catatan: a,b,c menunjukkan perbedaan yang signifikan pada uji *Mann Whitney* $\alpha=5\%$

Hasil menunjukkan bahwa induksi paraquat meningkatkan konsentrasi MDA di jaringan paru hingga mencapai 100%, namun konsentrasi MDA ini mampu diturunkan dengan pemberian taurine ataupun ekstrak jamur tiram, yaitu sebesar 16,7% hingga 73,80%. Sebaliknya, peningkatan glutation oleh paraquat dalam jaringan paru mencit tersebut mampu ditingkatkan oleh pemberian taurin dan ekstrak jamur tiram sebesar lebih dari 200%. Seperti yang telah diduga, induksi paraquat mampu meningkatkan enzim SOD. Namun aktivitas enzim ini mampu diturunkan dengan pemberian taurine ataupun ekstrak jamur tiram sebesar 17% hingga 20%.

Dari gambaran histopatologi, kerusakan yang diamati pada paru adalah ada tidaknya inflamasi, yang ditandai dengan infiltrasi sel radang, perdarahan serta penebalan dinding alveolus. Hasil pengamatan histopatologi paru terhadap kelompok kontrol dan jamur tiram ((i) Gambar 1) tidak ditemukan adanya inflamasi dan perdarahan pada paru. Untuk kelompok mencit yang diinduksi dengan paraquat ((ii) Gambar 1), menunjukkan adanya perdarahan yang masif pada lebih dari 50% bagian paru. Selain itu, juga nampak banyaknya infiltrasi sel radang dan kongesti. Tampak juga adanya penebalan pada dinding alveolus yang tersebar merata pada seluruh bagian paru.

Pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram pada mencit yang diinduksi paraquat, mampu memperbaiki kerusakan yang tampak pada gambaran histopatologi paru. Perdarahan dan infiltrasi sel masih tampak pada paru, namun tidak semasif yang terjadi pada kelompok yang diinduksi paraquat.

Penebalan pada dinding alveolus juga masih tampak terjadi pada kelompok ini. Secara

keseluruhan hasil skor kerusakan jaringan dapat dilihat pada Tabel 2. Pengamatan di histopatologi jaringan paru, nampak terlihat bahwa baik taurine maupun ekstrak jamur tiram pun mampu menurunkan kerusakan yang ditimbulkan oleh induksi paraquat (Gambar 1, Tabel 2).

Walau masih ada tanda stress oksidatif dari induksi paraquat, namun kerusakan tidak tampak semasif seperti yang terlihat di kelompok yang hanya diinduksi paraquat saja. Berdasarkan skor kerusakan terlihat bahwa pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram mampu menurunkan kerusakan tersebut dengan persen pemulihan 34,3% -37,5%.

PEMBAHASAN

Pemberian paraquat sebagai senyawa oksidan pada mencit jantan meningkatkan proses oksidasi yaitu ditandai dengan peningkatan MDA dan enzim SOD serta penurunan glutation yang diakibatkan adanya radikal bebas yang dihasilkan dari induksi paraquat tersebut. Hal ini sejalan dengan hasil kajian yang dilakukan oleh Choi *et al* (2013) dan juga Franco *et al* (2009), yang menunjukkan adanya induksi molekul- molekul ROS serta kerusakan jaringan akibat akumulasi paraquat di jaringan tubuh, khususnya di hati. Peningkatan ROS ini sebagai akibat dari adanya stress oksidatif, ditandai dengan meningkatkan MDA. Peningkatan MDA menandakan bahwa jaringan telah mengalami peroksidasi lipid, seperti yang ditunjukkan oleh jaringan hati oleh Ortiz *et al* (2016). Jaringan paru merupakan jaringan yang banyak memiliki pembuluh darah. Molekul- molekul ROS yang terbentuk dari induksi paraquat selanjutnya akan melakukan reaksi

berantai dengan oksidasi asam lemak tak jenuh ganda dan akhirnya akan menghasilkan MDA hingga mencapai 82% (Valko *et al.*, 2007; Marciniak *et al.*, 2009).

Pemberian taurine yang akhirnya terakumulasi di jaringan paru, diduga memiliki kemampuan untuk menstabilkan rantai electron transport serta menghambat pembentukan dan daya ikat langsung molekul-molekul ROS (Ripps and Shen, 2012; Ozden *et al.*, 2012; Yildirim and Killic, 2011). Akibat dari penstabilan rantai electron serta penurunan molekul-molekul ROS ini terjadi penurunan lipid peroksidasi (Zhang *et al.*, 2014). Selanjutnya penurunan lipid peroksidasi ini ditandai dengan menurunnya konsentrasi MDA.

Peningkatan MDA diikuti dengan adanya penurunan konsentrasi glutation dan peningkatan berlebih dari enzim SOD. Telah diketahui bahwa glutation memegang peran sebagai antioksidan, namun jika sel atau jaringan sudah mengalami stress oksidatif maka glutation akan teroksidasi akibatnya konsentrasi glutation mengalami penurunan. Pada penelitian ini, pemberian taurine ataupun ekstrak jamur tiram yang memiliki berbagai senyawa fenolik (Iwakolun *et al.*, 2007; Neelam and Singh, 2013) mampu membantu konsentrasi glutation kembali meningkat. Taurine sebagai senyawa asam amino bebas (β amino acid group) dan juga senyawa fenolik ekstrak jamur tiram diduga berfungsi sebagai pendonor electron dari reaksi oksidan paraquat di jaringan paru mencit, yang akhirnya konsentrasi glutation mampu meningkat kembali. Hal ini sejalan dengan pendapat Wang *et al* (2013) dan Abbasoglu *et al* (2001), bahwasanya taurine dengan aktivitas antioksidanya mampu mencegah kerusakan oksidatif akibat stress oksidatif dari paraquat. Kemampuan taurine dalam meningkatkan konsentrasi glutation dilakukan dengan tiga cara, yaitu dengan mempengaruhi sintesis glutation tersebut (Hagar, 2004), menghambat oksidasi dengan mengurangi aktivitas peroksidasi lipid (Miyazaki *et al.*, 2004; Centiner *et al.*, 2005), dan menjaga rasio antara glutation dengan GSSG (Zhang *et al.*, 2014).

Sementara itu, peningkatan konsentrasi enzim superoxide dismutase akibat reaksi oksidasi oksidan paraquat juga dapat diturunkan dengan penambahan taurine ataupun ekstrak jamur tiram. Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, hal ini diduga baik taurine ataupun senyawa fenolik dari jamur tiram diduga mampu menurunkan lipid peroksidasi, seperti halnya yang diutarakan oleh Zhang *et al* (2014).

Secara histopatologi, penurunan lipid peroksidasi akibat pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram dalam menurunkan aktivitas stress oksidatif paraquat terhadap jaringan paru dapat terlihat dengan baik yaitu dari penurunan skor kerusakan jaringan. Efek pemulihan dari lipid peroksidasi jaringan paru yang dilihat dari skor kerusakannya memperlihatkan adanya penurunan, jika dilihat dari persen penurunan berkisar antara 34,3% hingga 37,5%.

Seperti yang telah diungkapkan sebelumnya, taurine umumnya juga diproduksi oleh tubuh, namun dalam jumlah yang terbatas. Penambahan taurine dengan demikian mampu meningkatkan taurine di dalam tubuh yang akhirnya mampu menjamin aktivitas respirasi sehingga sintesis ATP meningkat dan produksi anion-anion superoksida menurun Zhang *et al.*, 2014; Jong *et al.*, 2012). Demikian juga dengan jamur tiram, ekstrak jamur ini memiliki kandungan antioksidan tingi yang mampu mengikat radikal bebas sehingga mampu menurunkan kerusakan oksidatif akibat paraquat (Singh *et al.*, 2015). Dengan adanya senyawa polifenol yang dimiliki oleh jamur tiram ini, senyawa ini mampu menjadi donor hydrogen yang selanjutnya mampu menetralkan molekul-molekul ROS penyebab utama peroksidasi lipid yang terbentuk dari induksi paraquat (Lin *et al.*, 2011) disamping kandungan polisakarida β -glukan yang juga berperan sebagai antioksidan (Patel *et al.*, 2012).

Terkait dengan peningkatan kembali kadar glutation, penurunan peroksidasi lipid mampu menurunkan konsumsi glutation di dalam sel. Peningkatan kembali konsentrasi glutation dari pemberian ekstrak jamur tiram,

khususnya yang memiliki polifenol, menunjukkan adanya aktivitas enzim γ -glutamylcysteine synthetase (γ -GCS) yang mengkatalisis sintesis glutation (Masella *et al.*, 2005). Jamur tiram juga memiliki asam amino yang mengandung sulfur, yaitu cysteine (Jaworska and Bernas, 2011). Cysteine sendiri adalah asam amino prekursor untuk sintesis glutation. Dengan demikian, induksi paraquat yang mengakibatkan penurunan konsentrasi glutation di sel-sel jaringan paru mampu diturunkan efeknya dengan adanya peningkatan kinerja enzim γ -glutamylcysteine synthetase (γ -GCS) serta ketersediaan cysteine.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian taurine dan ekstrak jamur tiram mampu menurunkan efek oksidan paraquat dengan menurunkan konsentrasi MDA dan SOD dan menaikkan konsentrasi glutation, serta mampu memperbaiki jaringan paru sebesar 34-37%.

DAFTAR PUSTAKA

Abbasoglu, D.S., O. Kanbagli, J. Balkan, U. Cevikbas, T.G. Aykac, M. Uysal. 2001. The protective effect of taurine against thioacetamide hepatotoxicity. *Hum. Exp. Toxicol.* 20(1):23-27.

Awadalla, A.E. 2010. Efficacy of vitamin C against liver and kidney damage induced by paraquat toxicity. *Exp Toxicol Pathol*, 64(5):431-4.

Batista, T. M., Ribeiro, R. A., da Silva, P. M. R., Camargo, R. L., Lollo, P. C. B., Boschero, A. C. 2012. Taurine supplementation improves liver glucose control in normal protein and malnourished mice fed a high-fat diet. *Mol. Nutr. Food Res*, 57(3):423-434.

Cetiner, M., Sener, G., Sehirli, A.O., Demiralp, E.E., Ercan, F., Gedik, N. 2005. Taurine protects against methotrexate induced toxicity and inhibits leukocyte death. *Toxicol Appl Pharmacol*, 209(1):39-50.

Choi, J. S., Jou, S. C., Oh, M.Y., Kim, Y.H., Park, M.J., Gil, H.Y. 2013. The dose of cyclophosphamide for treating paraquat induced rat lung injury. *Korean J Intern Med*, 28:420-427.

Franco, R., Olea, R.S., Reyes, E.M.R., Panayiotidis, M.I. 2009. Environmental toxicity, oxidative stress and apoptosis: menage a trois. *Mutation Research*, 674(2009): 3-22.

Hagar, H. H. 2004. The protective effect of taurine against cyclosporine A induced oxidative stress and hepatotoxicity in rats. *Toxicology Letters*, 151:335-343.

Heidari, R., Babaei, H., Eghbal, M. A. 2013. Cytoprotective effects of taurine against toxicity induced by isoniazid and hydrazine in isolated rat hepatocytes. *Arch Hig Rada Toksikol*, 64:201-210.

Hong, S.Y., Yang, J.O., Lee, E.U., Lee, Z.W. 2003. Effects of N-acetyl-L-cysteine and glutathione on antioxidant status of human serum and 3T3 fibroblasts. *J Korean Med Sci*, 18: 649-54.

Iwalokun, B.A., Usen, U.A., Otunba, A.A., Olukoya, D.K. 2007. Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Biotechnology*, 6(15): 1732-1739.

Jaworska, G., Bernas, E., Mickowska, B. 2011. Effect of production process on the amino acid content of frozen and canned *Pleurotus ostreatus* mushrooms. *Food Chemistry*, 125:936-943.

Jong, C.J., Azuma, J., Schaffer, S. 2012. Mechanism underlying the antioxidant activity of taurine: prevention of mitochondrial oxidant production. *Amino Acid*, 42:2223-2232.

Liao, Y., Lu, X., Lu, C., Li, G., Jin, Y., Tang, H. 2008. Selection of agents for prevention of cisplatin-induced hepatotoxicity. *Pharmacological Research*, 57:125-131.

Lin, H.H., Chen, J.H., Chou, F.P., Wang, C.J. 2011. Protocatechuic acid inhibits cancer cell metastasis involving the downregulation of Ras/Akt/NF- κ B pathway and MMP-2 production by targeting RhoB activation. *Br J Pharmacol*, 162(1): 237-54.

Marcinik, A.J. J. Brzeszczynska, K. Gwozdziński, A. Jeiger. 2009. Antioxidant capacity and physical

- exercise. *Biology of Sport*, 26(3):197-213.
- Maisella, R., Benedetto, R.D., Vari, R., Filesi, C., Giovannini, C. 2005. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione related enzymes. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16:577-586.
- Miyazaki, T., Matsuzaki, Y., Ikegami, T., Miyakawa, S., Doy, M., Bouscarel, B. 2004. Optimal and effective oral dose of taurine to prolong exercise performance in rat. *Amino Acid*, 27:291-298.
- Mood, N.E., Sabzghababe, A.M., Yaraghi, A., Montazeri, K., Golabi, M., Sharifian, A., Badri, S. 2011. Effect of antioxidants on the outcome of therapy in paraquat intoxicated patients. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 10(1): 27-31.
- Moon, J.M., Chun, B.J. 2010. The efficacy of high doses of vitamin C in patients with paraquat poisoning. *Human and Experimental Toxicology*, 30(8): 844-850.
- Naguib, Y.M., Azmy, R.M., Samaka, R.M., Salem, M.F. 2014. *Pleurotus ostreatus* opposes mitochondrial dysfunction and oxidative stress in acetaminophen induced hepato-renal injury. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14:494-515.
- Neelam, S., Singh, S. 2013. Comparative studies on antioxidant capacity of ethanol extracts of *Pleurotus florida* and *Pleurotus ostreatus*. *Annals of Biological Research*, 4(4): 77-82.
- Oliviera, R.J.D., Duarte, J.A., Navarro, A.S., Remiao, F., Bastos, M.L., Carvalho, F. 2008. Paraquat poisonings: mechanisms of lung toxicity, clinical features and treatment. *Clinical Reviews in Toxicology*, 38: 13-71.
- Ortiz, M.S., Forti, K.M., Martinez, E.B.S., Munoz, L.G.M., Husain, K., Muniz, W.H. 2016. Effects of antioksidant N-acetylcysteine against paraquat induced oxidative stress in vital tissues of mice. *Int J Sci Basic Appl Res*, 26(1): 26-46.
- Ozden, S., Catalgo, B., Oktayoglu, S. G., Karatug, A., Bolken, S., Alpertunga, B. 2012. Acute effects of methiocarb on oxidative damage and the protective effects of vitamin E and taurine in the liver and kidney of wistar rats. *Toxicology and Industrial Health*, 29(1):60-71.
- Patel, Y., Naraian R., Singh, V.K. 2012. Medicinal properties of *Pleurotus* species (Oyster mushroom): A Review. *World Journal of Fungal and Plant Biology*, 3(1):01-12.
- Ray, S., Sengupta, A., Ray, A. 2007. Effects of paraquat on antioxidant system in rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45:432-438.
- Ripps, H., Shen, W. 2012. Review: taurine: a very essential amino acid. *Molecular Vision*, 18: 2673-2686.
- Syafrudin and Subrandate. 2015. Kadar glutathion (GSH) darah karyawan SPBU di kota Palembang. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 2(3):277-281.
- Shim, K. S., Jung, H.J., Na, C.S., Yoon, C., Park, G.H. 2009. Effect of taurine on lipid metabolism and protein synthesis in poultry and mice. *Asian-Aust J Anim Sci*, 22(6): 865-870.
- Singh, V., Vyas, D., Pandey, R., Sheikh, IA. 2015. *Pleurotus ostreatus* produces antioxidant and anti arthritis activity in wistar albino rats. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 4(05): 1230-1246.
- Tabassum, H., Rehman, H., Banerjee, B.D., Raisuddin, S., Parvez, S. 2006. Attenuation of tamoxifen induced hepatotoxicity by taurine in mice. *Clinica Chimica Acta*, 370:129-136.
- Tasci, I., Mas, N., Mas, M.R., Tuncen, M., Comert, B. 2008. Ultrastructural changes in hepatocytes after taurine treatment in CCl₄ induced liver injury. *World J Gastroenterol*, 14(31): 4897-4902.
- Valko, M. D. Leibfritz, J. Moncol, M.T. Cronin, M. Mazur, J. Telser. 2007. Free radical and antioxidant in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*. 39(2007):44-48.
- Widiastuti, E.L., N. Nukmal, M. Kanedi, S. Saputra. 2011. Taurine Effects on Growth and Gonad Maturation in Cobia (*Rachycentron canadum*). *Proceeding Advances in Biological Sciences. International Conference on Biological Science Faculty of Biology Universitas Gadjah Mada 2011 (ICBS BIO-UGM 2011)*. Pp 315-320.
- Wang, G.G., Li, W., Lu, X.H., Zhao, X., Xu, L. 2013. Taurine attenuates oxidative stress

- and alleviates cardiac failure in type I diabetic rats. *Croat Med J*, 54: 171-179.
- Yildirim, Z., Kilic, N. 2011. Effect of taurine and age on cerebellum antioxidant status and oxidative stress. *International Journal of Gerontology*, 5: 166-170.
- Zainuri, M., Wanandi, S. I. 2012. Aktifitas spesifik manganese superoxide dismutase (MnSOD) dan katalase pada hati tikus yang diinduksi hipoksia sistemik: hubungannya dengan kerusakan oksidatif. *Media Litbang Kesehatan*, 22(2):87-92.
- Zhang, Z., Liu, D., Yi, B., Liao, Z., Tang, L., Yin, D., He, M. 2014. Taurine supplementation reduces oxidative stress and protects the liver in an iron overload murine model. *Molecular Medicine Reports*, 10: 2255-2262.