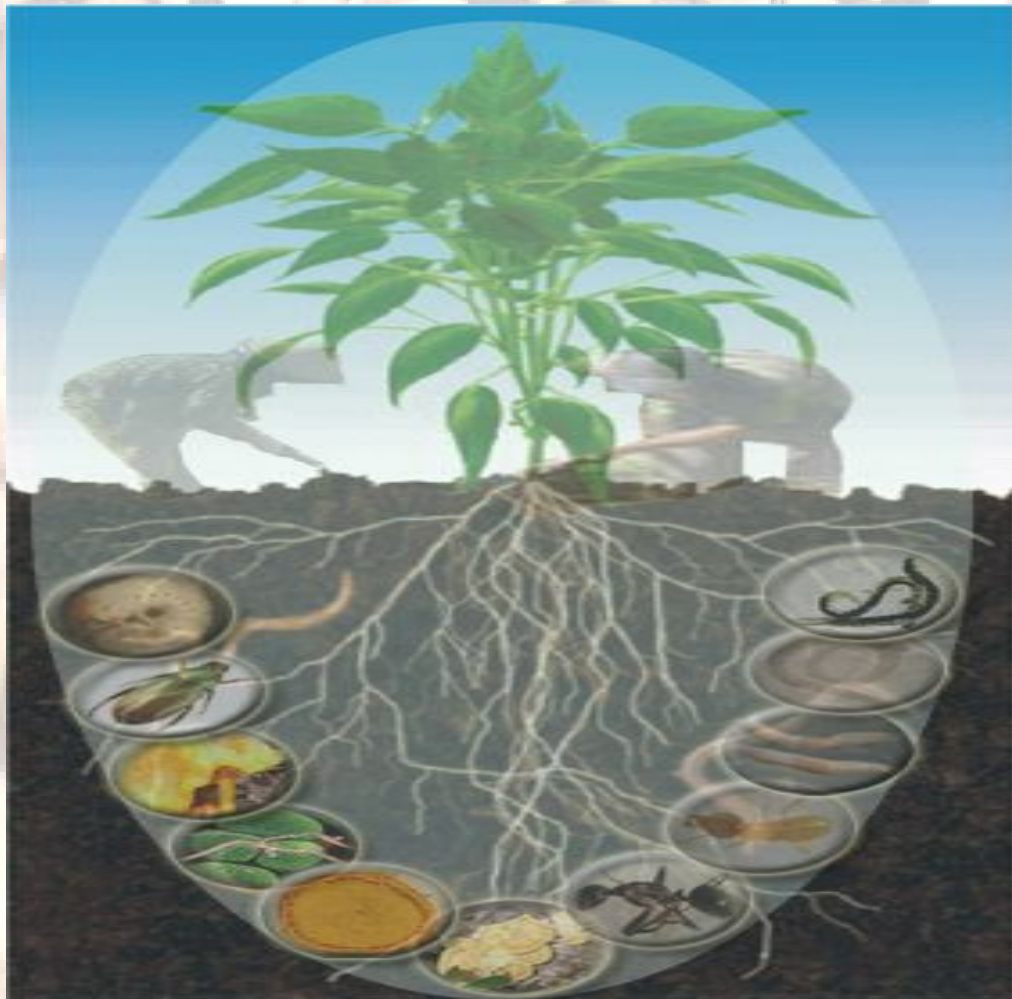


ISBN : 978-602-8616-47-8

# PROSIDING



## SEMINAR NASIONAL KERAGAMAN HAYATI TANAH – I *(National Seminar on Below-ground Biodiversity – I)*



**PENGELOLAAN KERAGAMAN HAYATI TANAH UNTUK MENUNJANG  
KEBERLANJUTAN PRODUKSI PERTANIAN TROPIKA**

**UNIVERSITAS LAMPUNG  
2010**

ISBN : 978-602-8616-47-8

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL KERAGAMAN HAYATI TANAH – I *(National Seminar on Below-ground Biodiversity – I)*

Bandar Lampung, 29-30 Juni 2010

Tema

*Pengelolaan Keragaman Hayati Tanah untuk Menunjang  
Keberlanjutan Produksi Pertanian Tropika*

Editor

Rosma Hasibuan (Koordinator)

F.X. Susilo

I Gede Swibawa

Agus Karyanto

Pitojo Budiono

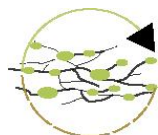
Endah Setyaningrum

Bainah Sari Dewi

Yuyun Fitriana

Penerbit

**UNIVERSITAS LAMPUNG  
2010**



## PENGANTAR

Prosiding ini merupakan kumpulan artikel yang dipresentasikan dalam Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah-I yang diselenggarakan oleh Universitas Lampung di Hotel Marcopolo, Bandar Lampung pada tanggal 29-30 Juni 2010. Artikel yang dimuat merupakan hasil-hasil penelitian keragaman hayati tanah tropika yang mencakup inventarisasi biota, konservasi, pengelolaan dan pemanfaatan keragaman hayati tanah, proses-proses ekologi dan layanan ekosistem yang dimediasi oleh biota tanah, serta aspek sosial ekonomi yang relevan dengan keragaman hayati tanah.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua penulis artikel dan peserta yang telah berpartisipasi aktif selama seminar. Proses evaluasi makalah dan penyusunan prosiding dibantu oleh para reviewer dan sekretariat panitia seminar. Secara khusus terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Prof. Dr. Purnomo, M.S., Prof. Dr. Ainin Niswati, M.Agr., Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., Dr. Ir. Afandi, M.S., Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc, dan Dra. Sri Murwani, M.Sc. Prosiding ini terwujud berkat dukungan dana dan kerjasama dari berbagai pihak. Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan Nasional RI, Pemerintah Daerah Provinsi Lampung, Lembaga Penelitian melalui Program *Conservation and Sustainable Management of Below-ground Biodiversity* (CSM-BGBD) Indonesia Universitas Lampung, PT Gunung Madu Plantations, PT GGP, dan BNI 46 Capem Unila.

Bandar Lampung, 30 Agustus 2010

Editor

## DAFTAR ISI

Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Sambutan Rektor Universitas Lampung .....	ix
Sambutan Gubernur Provinsi Lampung .....	xi
MAKALAH UTAMA	
PERANANA PENGELOLAAN TANAH DALAM MENINGKATKAN KERAGAMAN HAYATI TANAH UNTUK Mendukung Pertanian Tropika Berkelanjutan (Muhajir Utomo) .....	1
MAKALAH PENUNJANG	
KOMPOSISI DAN KELIMPAHAN FAUNA TANAH SEBAGAI PEREKAYASA EKOSISTEM DI Kebun Kakao Rakyat, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara( L.O.H. Kilowasid, Tati-Subahar S. Syamsudin, Endah Sulistyawati, and F.X. Susilo) .....	12
SEMUT <i>Dolichoderus thoracicus</i> Smith (HYMENOPTERA : FORMICIDAE) PADA EKOSISTEM PERTANAMAN KAKAO (Alam Anshary, Flora Pasaru, dan Shahabuddin) .....	29
KELIMPAHAN ARTHROPODA TANAH PADA LAHAN KUBIS YANG DITUMBUHI GULMA BERBUNGA DI DAERAH MALINO SULAWESI SELATAN (Sri Nur Aminah Ngatiin dan Syatrawati) .....	44
PROSPEK BUBUK BIJI MIMBA ( <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.) DIGUNAKAN UNTUK PENGENDALIAN ULAT TANAH <i>Agrotis ipsilon</i> PADA TANAMAN TOMAT (Dodin Koswanudin) .....	56
KERAGAMAN ARTHROPODA TANAH DI BAWAH SAMPAH, RUMPUT DAN TANAMAN SINGKONG (Sudi Pramono) .....	66
THE MACROARTHROPOD DIVERSITIES IN SEVERAL LAND SYSTEM AND DRYLAND AGROCLIMATIC ZONE IN LOMBOK ISLAND (Tarningsih Handayani, Eko Handayanto, and Suwardji).....	72
BIODIVERSITY OF SOIL FAUNA AT NATURAL PRESERVE AREA OF TELAGA WARNA, PUNCAK, BOGOR (Rahayu Widyastuti, Dyah Tjahyandari Suryaningtyas and Megawati) .....	90
KEANEKARAGAMAN SPESIES SEMUT PADA DUA EKOSISTEM DATARAN TINGGI DI SUMATERA SELATAN (Syafrina Lamin) .....	101



POPULASI DAN KERAGAMAN MESOFAUNA TANAH PADA PERAKARAN JAGUNG DENGAN BERBAGAI UMUR DAN JARAK DARI PUSAT PERAKARAN (Ainin Niswati, Lety Hidayati, Sri Yusnaini, dan Mas Achmad Syamsul Arif) .....	110
PENGARUH PUPUK KANDANG DAN POLA TANAM SAYURAN DI SELA KOPI MUDA TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH (Sri Murwani dan Agus Karyanto) .....	126
PENGARUH PERIODE KEKERINGAN TANAH TERHADAP KEBERTAHANAN HIDUP KEONG EMAS ( <i>Pomacea</i> sp.) DI LABORATORIUM (Solikhin) .....	137
KOMUNITAS NEMATODA TANAH PADA LAHAN JAGUNG SETELAH 23 TAHUN PENERAPAN SISTEM BUDIDAYA TANPA OLAH TANAH SECARA TERUS-MENERUS (I Gede Swibawa) .....	147
PEMETAAN PERUBAHAN POPULASI DAN AKTIVITAS MIKROORGANISME TANAH PADA BEBERAPA BENTUK PENGGUNAAN LAHAN : Studi Kasus pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Unand (Agustian, Auzia Asman dan Lusi Maira) .....	162
THE EFFECTIVITY OF <i>AZOSPIRILLIUM</i> SP. STRAIN ON NITROGEN UPTAKE AND PLANT GROWTH IN SUGARCANE NURSERY PLANT (Burhanuddin Rasyid; Muh. Jayadi; Nurzadli Zakaria; A. Mollah Jaya) .....	182
MAINTAINING BACTERIA ANCHORED IN THE RHZOSPHERE TO SUSTAIN HIGH YIELD OF LOCAL RICE CULTIVARS GROWN WITHOUT FERTILIZER (Erry purnomo, Toshiro Hasegawa, Yashuyuki Hashidoko and Mitsuru Osaki) .....	195
POPULASI DAN KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR PADA KEBUN KELAPA SAWIT DI TANAH MINERAL DAN GAMBUT (Maria Viva Rini, Bambang Utoyo, and Paul B. Timotiwu) .....	208
DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN KIMIA PERTANIAN TERHADAP AKTIVITAS MIKROORGANISMA NON TARGET DI DALAM TANAH (Ferisman Tindaon) .....	219
PENILAIAN POHON LEGUM PELINDUNG KOPI BERDASARKAN KERAGAMAN GENETIK, PRODUKTIVITAS, DAN AKTIVITAS BINTIL AKAR (Rusdi Evizal, Tohari, Irfan D. Prijambada, Jaka Widada, Donny Widiyanto) .....	228
KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA INDIGENUS DI RHIZOSFER TANAMAN JARAK PAGAR ( <i>Jatropha curcas</i> L.) LAHAN KRITIS TANJUNG ALAI, SOLOK SUMATERA BARAT (Muzakkir, Eti Farda Husin, Agustian, Auzar Syarif) .....	235

PERANAN PARIT DALAM KONSERVASI BAHAN ORGANIK DAN MIKROORGANISME TANAH PADA SAWAH SISTEM SRI ( <i>THE SYSTEM OF RICE INTENSIFICATION</i> (Aprisal) .....	249
SOIL MICROBIOTA AFTER RECLAMATION OF COAL MINE SPOILS IN TROPIC REGION (Dyah Tj. Suryaningtyas, Rahayu Widyastuti, and Ratih A. Anissa) .....	258
FLUKS KARBON DIOKSIDA (CO <sub>2</sub> ) PADA BERBAGAI TINGKAT KEMATANGAN GAMBUT DENGAN APLIKASI PUPUK NITROGEN ( Etik Puji Handayani) .....	270
SOIL MICROORGANISMS ABUNDANCE IN THE TAILING DEPOSITION ModADA AREAS OF FREEPORT INDONESIA, TIMIKA (Irnanda Aiko Fifi Djuuna, Maria Masora, Pratita Puradyatmika) .....	281
PENGARUH PENGOLAHAN TANAH DAN PEMBERIAN MULSA ALANG-ALANG TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI KEDELAI ( <i>Glycine max</i> L. MERRILL) DAN INTENSITAS SERANGAN JAMUR SKLEROTIUM (R.Eviyati dan Suskandini) .....	294
PENGARUH BEBERAPA ISOLAT <i>Trichoderma spp.</i> PADA PERTUMBUHAN <i>IN VITRO GANODERMA BONINENSE</i> , PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT ( <i>Elaeis Guineensis</i> ) (Titik Nur Aeny) .....	304
PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM PISANG MENGGUNAKAN KOMPOS YANG DIPERKAYA DENGAN PSEUDOMONAD FLUORESEN DAN FUSARIUM NONPATOGENIK (Suryanti, Arif Wibowo, Christanti Sumardiyono, Dadan Moh. Ramdan) .....	317
PENGARUH METODE INDUKSI KETAHANAN BIBIT PISANG DENGAN ENDOFITIK NONPATOGENIK <i>Fusarium Sp.</i> TERHADAP PENYAKIT LAYU FUSARIUM ( <i>F. oxysporum F. Sp. Cubense</i> ) (Arif Wibowo, Ita Kusumaningrum, Jaka Widada, Suryanti) .....	327
ISOLASI JAMUR <i>METARHIZIUM ANISOPLIAE</i> DAN ENGEMBANGANNYA SEBAGAI AGENS PENGENDALI SERANGGA HAMA (Tri Harjaka) .....	338
ISOLASI DAN PEMANFAATAN MIKROBIA BEBAS PENAMBAT NITROGEN DARI RIZOSFER KOPI ARABIKA (John Bako Baon dan Sri Wedhastri) .....	352
EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PENYERAPAN HARA AKIBAT PENGGUNAAN PUPUK HAYATI PADA TANAMAN TEH MENGHASILKAN (Yati Rachmiati, Pudjo Rahardjo, dan Eko Pranoto) .....	366

STRATEGI MEMPERTAHANKAN KESUBURAN TANAH UNTUK MENINGKATKAN HASIL PRODUKSI PERTANIAN TROPIKA (Fika Arie Susanty) .....	382
ISOTHERM ADSORPTION OF PARAQUAT (1,1'-dimetil-4,4'bipyridilium) IN THE SOILS FROM KUPANG DISTRICT AREA (Sherlly M. F. Ledoh, Philipi de Rozari, and Hermania Em Wogo) .....	390
PENGARUH KOMPOS PUPUK KANDANG SAPI DAN MIKROBA PELARUT FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TOMAT ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) PADA TANAH ULTISOL (Rizka Novi Sesanti, Darwin H. Pangaribuan, dan Yafizham) .....	403
PENERAPAN PAKET TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN WAKTU PANEN CABAI PADA DATARAN TINGGI KERINCI (Syafri Edi dan Alvi Yani) ..	413
PENGARUH KOMPOS ELA SAGU DAN PUPUK ABG BUNGA DAN BUAH TERHADAP PH TANAH, KETERSEDIAAN FOSFAT, SERAPAN FOSFAT, DAN HASIL TANAMAN JAGUNG ( <i>Zea mays</i> L.) PADA INCEPTISOLS (Elizabeth Kaya) .....	425
EFEKTIFITAS NEMATODA PATOGEN SERANGGA, <i>Heterorhabditis</i> <i>indicus</i> , TERHADAP ULAT GRAYAK, <i>Spodoptera litura</i> , PADA TANAMAN KEDELAI DALAM KONDISI SEMI LAPANG (I Made Samudra) .....	436
PENAPISAN DAN ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI SELULOSA DARI TANAH SERASAH MANGROVE ( Nurhasanah Nurmaya Papuangan) .....	446
RESPON POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI N TERHADAP SENYAWA ALELOPATI TANAMAN LEGUM (Uum Umiyati) .....	461
THE EFFECT OF SIDEROPHORE PRODUCING BACTERIA DENSITY TO Fe ABSORPTION, SIDEROPHORE PRODUCING BACTERIA POPULATION, SOIL RESPIRATION AND YIELD OF CORN CROP ON CALCAREOUS SOIL MEDIA FROM TAGOG APU WEST JAVA (Diyan Herdiyantoro, Ridha Hudaya, Oviyanti Mulyani) .....	471
KEANEKARAGAMAN FUNGI MIKORIZA LOKAL PADA AREAL PASCA TAMBANG BATUBARA DI PT ADARO INDONESIA (Ronny P. Tambunan, Maman Turjaman, Erry Purnomo, Agus Subandrio, Iswan Sujarwo, Priyadi) .....	484
KAP SURVEY ON CSM- BGBD INDONESIA <i>RESULT AND</i> <i>CHALLENGE TO IMPLEMENTATION</i> (Pitojo Budiono. Teguh Budi Rajardjo. Yana Ekana PS) .....	494

KEBIJAKAN KEANEKARAGAMAN HAYATI TANAH DI INDONESIA ( <i>BELOWGROUND BIODIVERSITY POLICY IN INDONESIA</i> ) (Christine Wulandari) .....	510
ANALISIS KONDISI SOSIAL EKONOMI DAN FAKTOR INTERNAL DAN EKTERNAL YANG MEMPENGARUHI PENGETAHUAN PETANI DALAM MENGAPLIKASIKAN KONSERVASI BIOTA TANAH ( <i>CSM- BGBD</i> ) DI SUMBERJAYA, LAMPUNG BARAT (R. Hanung Ismono) .....	523
LAMPIRAN -Panitia Seminar.....	537

## Sambutan Rektor Universitas Lampung

Yang terhormat

- Bapak Sekretaris Jenderal Kementerian Pendidikan Nasional
- Bapak Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Lampung
- Hadirin peserta seminar sekaligus

Assalamu'alaikum Warakhmatullahi Wabarakaatuh

Pertama-tama mari kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, kita dapat menghadiri Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah-I di Hotel Marcopolo ini.

Kami mengucapkan selamat datang di Lampung kepada seluruh peserta seminar yang berasal dari berbagai perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan perusahaan swasta di Indonesia.

*Bapak Sekjen Kementerian Pendidikan Nasional, Bapak Gubernur dan hadirin sekaligus yang saya hormati,*

Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah-I mengambil tema “**Pengelolaan Keragaman Hayati Tanah untuk Menunjang Keberlanjutan Produksi Pertanian Tropika**”. Tema ini kami anggap sangat relevan untuk kondisi saat ini karena permasalahan kesehatan tanah yang semakin merosot.

Di dalam tanah terdapat komunitas biota yang berlimpah dan beragam, termasuk bakteri, jamur, protozoa dan hewan-hewan invertebrata. Organisme-organisme tanah ini mempunyai peranan penting dalam proses-proses ekosistem, antara lain:

- 1) mediasi siklus unsur hara dan penyediaan unsur hara bagi tumbuhan
- 2) pengendalian dinamika bahan organik tanah, sekuestrasi karbon, dan emisi gas rumah kaca
- 3) perubahan struktur dan tata air tanah, serta
- 4) pengendalian hama dan patogen tumbuhan

Peranan tersebut sangat krusial tidak saja bagi berfungsinya ekosistem alami tetapi juga bagi keberlanjutan produksi ekosistem pertanian. Namun, karena keberadaannya yang tersembunyi di dalam tanah maka biota-biota tanah ini sering luput dari perhatian kita, bahkan juga dari perhatian para ilmuwan dan peneliti.

Dalam kaitan itu saya patut memberikan apresiasi kepada para dosen UNILA, peneliti dan dosen-dosen dari universitas lain yang tergabung dalam tim '*Conservation and Sustainable Management of Below-ground Biodiversity (CSM-BGBD) Indonesia*' yang dalam kurun sepuluh tahun terakhir ini telah menginisiasi penelitian multidisiplin mengenai keragaman hayati tanah di kawasan Lampung Barat dan Jambi. Program yang sama juga dilaksanakan secara serempak di 6 negara tropika lainnya (India, Kenya, Uganda, Pantai Gading, Mexico, dan Brazil) dan dikoordinir secara global oleh Tropical Soil Biology and Fertility, Centro Internacional de Agricultura Tropical (TSBF-CIAT) di Nairobi, Kenya.

Kita patut lebih bersyukur lagi bahwa ternyata perhatian para peneliti terhadap biota-biota tanah itu kini sudah semakin besar, terbukti dari banyaknya hasil penelitian tentang keragaman hayati tanah (lebih dari 50 makalah), dari Aceh sampai Papua, yang akan dipresentasikan dalam seminar nasional ini.

Seminar yang dilaksanakan di Universitas Lampung ini sengaja diberi judul '*Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah I*' dengan maksud agar pada tahun-tahun berikutnya dapat dilanjutkan dengan seminar serupa yang kedua, ketiga dan seterusnya.

Saya menaruh harapan besar agar hasil-hasil penelitian mengenai keragaman hayati tanah yang telah diperoleh sejauh ini dapat betul-betul memberi sumbangan bagi terwujudnya sistem pertanian kita yang lebih berkelanjutan.

Selamat berseminar.

Wassalamu'alaikum Warakhmatullahi Wabarakaatuh.

Rektor Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Haryanto, M.S.

## **Sambutan Gubernur Provinsi Lampung**

Dengan hormat,

- Bapak Sekretaris Jenderal Kementerian Pendidikan Nasional
- Bapak Rektor Universitas Lampung
- Hadirin peserta seminar sekalian

Assalamu'alaikum Warakhmatullahi Wabarakaatuh

Pertama-tama mari kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, kita dapat menghadiri Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah-I di Hotel Marcopolo ini.

Kami mengucapkan selamat datang di Provinsi Lampung yang dikenal dengan sebutan Sang Bumi Ruwajurai kepada seluruh peserta seminar yang berasal dari seluruh daerah di Indonesia. Kami senang Bapak dan Ibu sekalian telah datang untuk dapat mengenali daerah Lampung dari dekat, semoga mendapat kesan yang menyenangkan.

Hadirin sekalian,

Daerah tropika dikenal sebagai area megabiodiversitas karena keragaman hayatinya atau keragaman biotanya yang sangat tinggi. Sebagian besar jenis biota itu habitatnya ada di dalam tanah sehingga keberadaannya tidak terlihat secara nyata, namun organisme ini merupakan penyokong dan penopang utama kehidupan di atas tanah. Aktivitas jutaan jenis biota tanah, mulai dari kelompok mikroba (bakteri dan jamur), mikrofauna (protozoa), mesofauna (nematoda, collembola, tungau) sampai dengan makrofauna (cacing tanah dan artropoda) berperan besar dalam proses-proses ekologi di dalam tanah yang berkaitan erat dengan kesuburan dan kesehatan tanah. Peranan tersebut sangat penting untuk menjamin keberlanjutan produksi pertanian dalam jangka panjang. Untuk itu diperlukan upaya-upaya konservasi terhadap biota-biota tanah ini.

Dalam rangka itu perlu dikembangkan teknologi-teknologi atau praktik-praktik budidaya pertanian yang konservatif terhadap keragaman hayati tanah tetapi yang tetap berperforma tinggi dalam produktivitasnya. Beberapa kandidat teknologi

yang dapat diekplorasi dan dikembangkan antara lain 1) budidaya pertanian konservasi (termasuk olah tanah konservasi), 2) pengelolaan tanah secara hayati (termasuk pengelolaan serasah, penggunaan pupuk hayati), dan 3) pengelolaan hama terpadu/PHT (penggunaan entomopatogen /biopestisida dan penggunaan jasad-jasad antagonistik). Hal-hal tersebut di atas merupakan sebuah tantangan serius yang perlu direspons dengan segera, terutama oleh para peneliti dan ilmuwan Indonesia.

Kami melihat bahwa forum Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah I yang bertema “Pengelolaan Keragaman Hayati Tanah Untuk Menunjang Keberlanjutan Produksi Pertanian Tropika” ini merupakan salah satu respons positif dalam menjawab tantangan di atas. Oleh karena itu kami menyambut gembira dengan diadakannya seminar ini.

Selamat berseminar.

Wassalamu’alaikum Warakhmatullahi Wabarakaatuh.

Gubernur Provinsi Lampung

Drs. Sjachroedin ZP.



# **PERAN PENGELOLAAN TANAH DALAM MENINGKATKAN KERAGAMAN HAYATI TANAH UNTUK MENDUKUNG PERTANIAN TROPIKA BERKELANJUTAN**

Muhajir Utomo  
Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Email: mutomo@unila.ac.id

## **Abstract**

Soil organisms (below-ground biodiversity/BGBD) contribute a wide range of ecosystem services for human society benefits such as food, fiber, bio-energy, construction materials, water and air. Although BGBD has important role on ecosystem services, however, current management practices and policy in Indonesia have been largely ignoring the conservation of BGBD. In turn, BGBD now is under threat from inappropriate of agricultural practices. Sustainable soil management on BGBD conservation therefore, is important to maintain soil health for the shake of human welfare. The simple strategy to improve soil health through empowering BGBD services is by increasing soil organic matter. There are some best management practices that can maintain or even increase BGBD such as no-tillage, composting, cover crop, integrated nutrient management, organic agriculture and agro-forest. In general, those current management practices can increase soil organic matter and enhance BGBD. However, due to the adoption of such managements by farmer is relatively slow, it needs a particular policy and action. In implementation policy, BGBD should be imbedded to any policies on soil and water conservation. While farmer adoption of these technologies is essentially driven not by environmental concerns, but rather by economics and simplicity concerns.

**Keywords:** Ecosystem services, management practices and farmer adoption

## **PENDAHULUAN**

Keragaman hayati tanah (biodiversitas tanah, *belowground-biodiversity*) merupakan refleksi keragaman makhluk hidup di dalam tanah yang menggambarkan semua atribut fungsional suatu ekosistem (UNEP, 2001; Coleman *et al.*, 2004). Keragaman hayati tanah berperan penting dalam membangun kesehatan tanah, fungsi ekosistem dan produksi pertanian secara berkelanjutan. Semua kebutuhan hidup manusia seperti pangan, bio-energi, serat, bahan konstruksi, air dan udara bersih pada dasarnya tergantung dari layanan ekosistem keragaman hayati tanah. Secara khusus layanan ekosistem keragaman hayati tanah dalam pertanian tropika meliputi proses dekomposisi serasah, siklus unsur hara dan air, pembentukan tanah, pengendalian

hama-penyakit, keracunan tanah dan erosi, dan peningkatan kualitas udara (UNEP, 2001; Anonim, 2010).

Dengan meningkatnya kebutuhan hidup manusia terutama pangan dan bio-energi sebagai akibat meningkatnya pertumbuhan penduduk (UNEP, 2001; Widoyoko, 2009), ancaman terhadap keragaman hayati tanah semakin meningkat. Hal ini mengingatkannya untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, pendekatan yang dilakukan di daerah tropika sampai sekarang adalah dengan pertanian intensif (Giller *et al.*, 1997; Brussaard *et al.*, 2010). Permasalahannya adalah teknologi pertanian intensif di tropika saat ini justru merupakan kontributor utama degradasi tanah yang mengancam keragaman hayati tanah paling dominan (Utomo, 2005; Anonim, 2010).

Jika keadaan ini terus berlangsung, dikhawatirkan peran vital keragaman hayati tanah dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia akan terancam. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan pangan dan bio-energi dengan tanpa menurunkan kapasitas keragaman hayati tanah dalam memberikan layanan ekosistem pertanian tropika, diperlukan pengelolaan tanah berkelanjutan.

## **PERTANIAN TROPIKA DAN DEGRADASI KERAGAMAN HAYATI TANAH**

### **Definisi Degradasi Tanah**

Dengan suhu hangat sepanjang tahun dan curah hujan yang tinggi, agro-ekosistem tropika kondusif terhadap degradasi tanah. Degradasi tanah yang sebagian besar disebabkan oleh erosi, merupakan tantangan pertanian tropika paling serius. Degradasi tanah adalah proses menurunnya kualitas tanah yang berakibat pada menurunnya kemampuan tanah dalam meningkatkan produktivitasnya (Utomo, 2005). Sistem pertanian tropika dari yang ekstensif sampai yang intensif dapat menyebabkan degradasi tanah secara fisik (pemadatan dan kerusakan agregat tanah), secara kimiawi (penurunan hara tanah, pemasaman tanah dan salinasi), dan juga secara biologi (kelimpahan dan keragaman hayati tanah). Berbeda dengan degradasi tanah secara fisik dan kimiawi yang mudah terdeteksi dan banyak opsi penanggulangannya, degradasi secara biologi (keragaman hayati tanah) sukar terdeteksi dan nyaris tidak tersentuh. Sebagai contoh, kerusakan agregasi tanah dan penurunan bahan organik tanah dapat direhabilitasi relatif cepat dengan rotasi

tanaman dan pembeeraan lahan. Sebaliknya, degradasi flora dan fauna tanah, di samping tidak terlihat dan dengan manajemen yang lebih rumit memerlukan waktu lebih dari 100 tahun dalam merehabilitasinya (Scholes *et al.*, 1994; Morad *et al.*, 2004).

### **Pengelolaan Tanah dan Degradasi Keragaman Hayati Tanah**

Di antara penyebab degradasi keragaman hayati tanah paling dominan di pertanian lahan kering tropika basah adalah erosi tanah. Erosi tanah di daerah tropika basah termasuk Indonesia sebagian besar disebabkan oleh pengelolaan tanah yang tidak berkelanjutan seperti pada sistem persiapan lahan dengan pengolahan tanah intensif dan tebas-bakar lahan (Giller *et al.*, 1997; Utomo, 2005). Giller *et al.* (1997) mencatat berbagai manajemen lahan pertanian tropika yang secara signifikan dapat mempengaruhi kapasitas fungsional biota tanah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Layanan ekosistem, kelompok fungsional biota dan pengelolaan tanah (Giller *et al.*, 1997; disesuaikan)

<b>Layanan ekosistem</b>	<b>Kelompok fungsional</b>	<b>Pengelolaan tanah</b>
1. Dekomposisi residue	Mikroorganisme, meso/ makro fauna	Pembakaran, olah tanah, pestisida
2. Penyerapan karbon	Fungi, makro fauna	Pembakaran, olah tanah, pemupukan
3. Fiksasi N	Penambat N simbiotik, non-simbiotik	Pemupukan, pola tanam
4. Redistribusi bahan	Akar, mikoriza, makro- fauna	Pola tanam, olah tanah, pemupukan
5. Agregasi tanah	Akar, hifa fungi, makro- fauna	Olah tanah, pembakaran, pola tanam
6. Pengendalian populasi	Predator, parasit, patogen	Pemupukan, olah tanah, pestisida

Pada olah tanah intensif (OTI), permukaan lahan yang bersih dan gembur memang memudahkan penanaman benih, tetapi tidak mampu menahan laju aliran air permukaan yang mengalir deras, sehingga bukan hanya partikel tanah yang mengandung humus dan hara, tetapi juga banyak biota tanah tergerus dan terbawa oleh air ke hilir. Selain itu, karena adanya pengolahan tanah aerasi meningkat

sehingga pelapukan bahan organik tanah (BOT) pun meningkat yang berakibat pada menurunnya kandungan BOT. Menurunnya BOT akibat OTI akan menurunkan komunitas dan aktivitas biota tanah. Di daerah tropika basah seperti Indonesia, sistem olah tanah intensif di lahan kering justru mempercepat pelapukan bahan organik tanah dan menurunkan keragaman hayati tanah (Giller *et al.*, 1997; Utomo, 2005; Paul, 2007).

Seperti pada OTI, persiapan lahan dengan pembakaran (tebas-bakar) menyebabkan tanah menjadi padat, biota tanah punah, erosi air tinggi dan udara tercemar. Dampak persiapan lahan dengan cara pembakaran bukan hanya bersifat lokal, tetapi juga bersifat global yaitu tercemarnya udara oleh asap (Utomo, 2005). Pembakaran lahan juga dapat mengurangi kapasitas biota dalam proses dekomposisi bahan organik, penyerapan karbon dan agregasi tanah. Selain itu, pembakaran lahan juga akan memodifikasi iklim mikro lahan bera sehingga akan menurunkan kapasitas menahan air tanah yang akhirnya akan mempengaruhi komunitas fauna tanah (Giller *et al.*, 1997).

Manajemen lahan lainnya yang mempengaruhi keragaman hayati tanah antara lain penggunaan pestisida, pemupukan dan pola tanam. Penggunaan pestisida berspektrum luas dalam pertanian intensif dapat berdampak terhadap komposisi dan keragaman biota target maupun non target. Biota nontarget yang terkena dampak aplikasi pestisida antara lain cacing tanah, mikro-arthropoda dan insek predator. Hal ini akan berimplikasi pada proses dekomposisi serasah, bioturbasi tanah dan siklus hara. Pengaruh pestisida terhadap mikroorganisme terutama terlihat pada mikroorganisme pemfiksasi N dan nitrifikasi. Fungisida berpengaruh negatif terhadap fungi dan aktinomicetes tanah, sehingga akan memperlambat proses pembentukan humus. Dosis, penempatan dan waktu pemupukan dapat mempengaruhi siklus hara dan fiksasi biologis N. Pemupukan N bisa menekan kapasitas bakteri pemfiksasi N, sebaliknya pemupukan P justru memacu fiksasi N (Giller *et al.*, 1997; Brady and Weil, 2008). Penelitian jangka panjang di Lampung selama 21 tahun menunjukkan bahwa pemupukan N dosis tinggi (200 kg N/ha) ternyata dapat menurunkan biomassa mikroba (Utomo *et al.*, 2010).

## **PENGELOLAAN TANAH UNTUK MENINGKATKAN KERAGAMAN HAYATI TANAH**

### **Akar Pengelolaan Tanah Berkelanjutan**

Sumberdaya tanah adalah integrator utama alam semesta dan merupakan reservoir keragaman hayati tanah (Coleman, *et al.*, 2004). Keragaman hayati tanah itu sendiri berperan penting dalam meningkatkan kualitas tanah (*soil quality*, atau pengertian yang lebih luas: *soil health*) dan menjamin *sustainability* sumberdaya tanah (UNEP, 2001; Anonim, 2010). Proses dekomposisi serasah, siklus unsur hara, pembentukan tanah, dan siklus air merupakan contoh-contoh peran keragaman hayati tanah dalam *supporting services* ekosistem pertanian (UNEP, 2001; Anonim, 2010). Lebih lanjut, kualitas tanah merupakan kapasitas sumberdaya tanah untuk meningkatkan fungsi ekosistem tanah dalam menyediakan hara, air dan udara agar mampu meningkatkan produksi pertanian secara berkelanjutan dan mendukung kehidupan manusia yang sehat (UNEP, 2001). Oleh karena itu, pengelolaan keragaman hayati tanah yang dapat meningkatkan kualitas tanah pada dasarnya merupakan akar pengelolaan tanah berkelanjutan.

Bagi pertanian tropika, sumberdaya tanah merupakan sumberdaya alam yang rapuh walaupun dapat pulih, tetapi pemulihannya memerlukan waktu lama dan biaya besar. Atas dasar karakteristik tersebut, maka skenario pengelolaan tanah pertanian tropika harus mengikuti prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan yang dalam implementasinya harus mengintegrasikan prinsip-prinsip biologi tanah (Scholes *et al.*, 1994). Pengelolaan tanah berkelanjutan (*sustainable soil management*) bertujuan untuk melindungi dan memperbaiki kualitas tanah agar mampu mendukung pembangunan pertanian tropika berkelanjutan. Dengan pengertian yang lebih luas, pengelolaan tanah berkelanjutan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia secara berkelanjutan dengan tanpa menurunkan kualitas sumberdaya lahan itu sendiri dan tidak mencemari lingkungan *ex situ* (Utomo, 2005).

Tabel 2. Indikator penting kualitas tanah dalam pengelolaan tanah berkelanjutan (Utomo, 2005)

Sifat Fisika Tanah	Sifat Kimia Tanah	Sifat Biologi Tanah
Kapasitas menahan air	Bahan organik tanah	Biomassa biota tanah
Laju infiltrasi	Kapasitas tukar kation	Keragaman hayati tanah
Agregasi dan struktur tanah	Ketersediaan hara	Respirasi tanah
Kerapatan lindak	Keasaman tanah	Mineralisasi tanah
Tekstur tanah	Konduktivitas tanah	
Kedalaman tanah		

### Strategi Pengelolaan Tanah Berkelanjutan

Dari berbagai indikator kualitas tanah (Tabel 2), bahan organik tanah (BOT) merupakan indikator paling penting (indikator kunci) dalam pengelolaan tanah berkelanjutan. Walaupun BOT tidak secara langsung dibutuhkan tanaman, tetapi berperan penting dalam mengatur perilaku fisiko-kimia dan biologi tanah yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Bahan organik merupakan substrat penting biota tanah dalam proses biologi tanah yang menghasilkan layanan ekosistem keragaman hayati tanah (Woomer dan Swift, 1994; Coleman *et al.*, 2004; Paul, 2007). Di daerah tropika basah yang tanahnya didominasi oleh liat beraktivitas rendah, peran aktivitas fauna tanah dalam proses mineralisasi BOT dan proses pembentukan agregasi tanah menjadi sangat penting, karena berkaitan dengan ketersediaan unsur hara dan pencegahan erosi oleh air. Di lain pihak proses imobilisasi oleh mikroorganisme juga bermanfaat karena dapat menekan pencucian hara. Reaksi BOT dengan bahan kimia fito-toksik dapat mengurangi tingkat keracunan dalam tanah. Selain itu, proses transformasi dan dekomposisi pestisida dalam tanah oleh mikroorganisme tanah dapat juga mencegah akumulasi keracunan tanah (Woomer dan Swift, 1994).

Oleh karena peran BOT dalam memacu keragaman hayati tanah berkaitan langsung dengan kualitas tanah, maka laju penurunan BOT yang tinggi di daerah tropika basah seperti Indonesia akan berdampak pada penurunan produktivitas tanah. Jika penurunan BOT ini terus berlanjut, maka dikhawatirkan hal ini akan berdampak pada menurunnya ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, strategi pengelolaan keragaman hayati tanah di pertanian tropika dilakukan dengan cara (a) mengurangi

kehilangan bahan organik tanah, (b) meningkatkan bahan organik tanah, dan (c) menciptakan kondisi tanah yang dapat meningkatkan perkembangan biota tanah. Di tingkat lapang, implementasi strategi tersebut dapat dilaksanakan dengan memilih salah satu strategi atau kombinasinya. Untuk menerapkan strategi tersebut, sudah banyak tersedia teknologi pengelolaan tanah yang mampu meningkatkan BOT dan keragaman hayati tanah yang pada akhirnya mampu meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanah secara jangka panjang (UNEP, 2001).

Beberapa contoh teknologi pengelolaan tanah penting yang dapat meningkatkan keragaman hayati tanah adalah tanpa olah tanah, pengelolaan hara terpadu, pengomposan, tanaman penutup tanah, pertanian organik dan wanatani. Teknologi tersebut mempunyai potensi dalam meningkatkan keragaman hayati tanah dan produktivitas tanah. Sebagai contoh, hasil penelitian jangka panjang selama lebih dari 20 tahun menunjukkan nisbah biota dan sifat-sifat tanah tanpa olah tanah lebih tinggi daripada olah tanah intensif (Tabel 3). Perubahan kualitas tanah ini menunjukkan bahwa ternyata dengan penerapan teknologi pengelolaan tanah jangka panjang mampu memugar keragaman hayati tanah.

Tabel 3. Nisbah biota tanah dan sifat tanah tiga sistem olah tanah jangka panjang

<b>Biota dan sifat tanah</b>	<b>OTM/OTI</b>	<b>TOT/OTI*</b>
1. Bakteri total	2,0	7,1
2. Mikoriza VAM	1,9	1,3
3. Mesofauna	1,7	1,3
4. Cacing tanah	5,5	3,6
5. Bahan organik tanah	1,2	1,2
6. Air tersedia	1,1	1,1
7. Suhu tanah	0,9	0,9
8. Kemantapan agregat tanah	1,7	1,9

Keterangan: OTI= Olah Tanah Intensif, OTM= Olah Tanah Minimum, TOT= Tanpa Olah Tanah

## KEBIJAKAN DAN ADOPSI TEKNOLOGI

### Kebijakan

Walaupun peran keragaman hayati tanah dalam pertanian tropika sangat penting, namun kebijakan nasional yang berkaitan dengan upaya perlindungan dan pelestariannya sangat lemah dan bahkan terabaikan. Keragaman hayati memang menjadi isu penting dunia termasuk di Indonesia, tetapi kebijakan konservasi dan pelestariannya hanya terfokus pada keragaman hayati di atas tanah (*above ground biodiversity*). Sebagai contoh, semua kebijakan yang berkaitan dengan konservasi dan lingkungan hidup (misalnya UU No.5/1990 dan No. 23/1997) secara eksplisit hanya melindungi keanekaragaman hayati di atas tanah (*above-ground biodiversity, AGBD*), tidak menyinggung sama sekali keragaman hayati tanah. Satu-satunya peraturan pemerintah yang menyinggung keragaman hayati tanah adalah Peraturan Pemerintah Departemen Pertanian Nomor 150 tahun 2000. Namun demikian, Peraturan Pemerintah tersebut terlalu spesifik, hanya diperuntukkan bagi pengembangan biomassa khususnya kelapa sawit (Wulandari, 2010).

Kebijakan dalam bentuk undang-undang atau regulasi yang secara eksplisit mencantumkan keragaman hayati tanah keberadaannya sangat penting. Hal ini mengingat sebagai produk hukum, kebijakan itu akan menjadi dasar program-program implementatif yang akan melindungi dan meningkatkan peran keragaman hayati tanah. Atas dasar ini maka program mendesak yang harus segera dilakukan adalah: (a) merevisi kebijakan yang berkaitan dengan Keanekaragaman Hayati (misalnya UU No.5/1990 dan No. 23/1997); (b) mendefinisikan **keanekaragaman hayati** dengan cara memasukkan keragaman hayati tanah dalam istilah **keanekaragaman hayati** di berbagai UU/regulasi, dan (c) mengintegrasikan kebijakan keragaman hayati tanah dalam kebijakan konservasi tanah dan air.

Program menerapkan **kebijakan konservasi tanah dan air** mungkin lebih rasional dalam melindungi keragaman hayati tanah dari pada menunggu revisi perundang-undangan yang memerlukan waktu panjang. Permasalahannya adalah laju adopsi teknologi pengelolaan tanah di tingkat lapang masih relatif lambat.



## **Adopsi Teknologi**

Pengalaman perjalanan panjang adopsi budidaya tanpa olah tanah (TOT) oleh petani (Utomo, 2005), dapat dijadikan rujukan awal bagaimana menerapkan teknologi pengelolaan tanah berkelanjutan. Budidaya TOT mulai dikembangkan oleh para peneliti di Indonesia sejak 1987 sampai sekarang. Berbagai riset, demonstration plots dan seminar telah dilakukan. Sampai tahun 2006, sudah 8 kali seminar nasional TOT yang dilaksanakan di berbagai universitas di Indonesia dalam rangka sosialisasi TOT kepada publik. Upaya komunitas intelektual agar TOT secara eksplisit dimasukkan dalam kebijakan nasional sistem olah tanah tersebut ternyata berhasil walaupun memerlukan waktu kurang lebih 10 tahun. Adanya kebijakan nasional tentang sistem olah tanah yang secara eksplisit mencantumkan TOT memacu adopsi teknologi ini oleh petani. Saat ini budidaya TOT sudah diterapkan petani di berbagai daerah di Indonesia terutama di luar Jawa, yaitu di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi (Utomo, 2005).

Dari pengalaman panjang budidaya TOT tersebut, ternyata adopsi teknologi oleh petani bukan ditentukan oleh kemampuan teknologi dalam menekan degradasi tanah, tetapi lebih banyak ditentukan oleh pertimbangan sosial ekonomi. Petani dengan cepat menerapkan suatu teknologi dengan alasan teknologi tersebut menguntungkan, menekan tenaga kerja, sederhana dan mudah diterapkan. Setelah petani tahu bahwa teknologi itu menguntungkan baru aspek konservasi tanah dan air secara bertahap diperkenalkan kepada petani. Pengalaman ini dapat dijadikan sebagai strategi adopsi teknologi pengelolaan tanah berkelanjutan oleh petani.

Selain itu, sukses tidaknya teknologi pengelolaan tanah diadopsi oleh petani juga dapat dipercepat jika ada kerjasama antara petani, pemerintah, LSM dan universitas. Pemerintah dapat membantu petani melalui pembuatan kebijakan seperti undang-undang, peraturan daerah, insentif pajak rendah, dan bantuan modal. Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dapat memfasilitasi petani dalam bentuk pendampingan dan penguatan kelembagaan, sedangkan universitas membantu dalam perakitan teknologi terapan dan pelatihan.

## KESIMPULAN

1. Saat ini ancaman terhadap keragaman hayati tanah semakin meningkat terutama oleh pertanian tropika yang tidak berkelanjutan.
2. Untuk melindungi dan meningkatkan keagaman hayati tanah, strategi pengelolaan keragaman hayati tanah dilakukan dengan cara (a) mengurangi kehilangan bahan organik tanah, (b) meningkatkan bahan organik tanah, dan (c) menciptakan kondisi tanah yang dapat meningkatkan perkembangan biota tanah.
3. Walaupun peran keragaman hayati tanah dalam pertanian tropika sangat penting, namun kebijakan konservasi dan pelestariannya masih terfokus pada keragaman hayati di atas tanah.
4. Program aksi yang harus segera dilakukan adalah: (a) merevisi kebijakan keanekaragaman hayati; (b) mendefinisikan istilah **Keanekaragaman Hayati**; dan (c) mengintegrasikan keragaman hayati tanah dalam kebijakan konservasi tanah dan air.
5. Adopsi teknologi pengelolaan tanah berkelanjutan untuk meningkatkan keragaman hayati tanah oleh petani lebih banyak ditentukan oleh pertimbangan sosial ekonomi dari pada lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. European Commission DG ENV. Final Report February 2010. Bio Intelligence Service.
- Brady, N.C., and R.R. Weil. 2008. The Nature and properties of soil. Pearson Educational International, New Jersey.
- Brussaard L., P. Caron, B. Campbell, L. Lipper, S. Mainka, R. Rabbinge, D. Babin and M. Pulleman. 2010. Reconciling biodiversity conservation and food security: scientific challenges for a new agriculture. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2:34-42
- Coleman, D.C., D.A. Crossley, Jr., and P.F. Hendrix. 2004. Fundamentals of soil ecology. Institute of Ecology, University of Georgia, Athens, Georgia. Elsevier Academic Press. Amsterdam. Second Edition.
- Giller, K.E., M.H. Beare, P. Lavelle, A.M.N. Izac and M.J. Swift. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*. Elsevier. 6:3-16.
- Morad, M., M. Jay and R. Armitage. 2004. Managing soil biodiversity: New Zealand experience. *Seesoil*, 15: 87-95.

- Paul, E. 2007. Soil microbiology, ecology, and biochemistry. Elsevier. Amsterdam. Third Edition.
- Scholes, R.J, R. Dalal, S. Singer. 1994. Soil physics and fertility: The effect of water, temperature and texture. *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. P.L. Woomer and M.J. Swift (Editor).
- UNEP. 2001. Agricultural biological diversity. Convention on Biological Diversity. Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technical Advice. Seventh Meeting, Montreal, 12-16 November 2001.
- Utomo, M. 2005. Pengelolaan lahan kering untuk pertanian berkelanjutan. Makalah Utama Seminar Pengembangan Wilayah Lahan Kering, 2005, di Bandar Lampung.
- Utomo, M., A. Niswati, Dermiyati, M.R. Wati, E.F. Ragan and S. Syarif. 2010. Earthworm and soil carbon sequestration after twenty one years of continuous no-tillage corn-legume rotation in Indonesia. *JIFS*, 7: 51-58
- Widoyoko, Y. 2009. Pertanian masa depan. Sinergi BUMN dalam BUMP (Badan Usaha Milik Petani). Gibon Books.
- Woomer, P.L., and M.J. Swief. *The Biological management of tropical soil fertility*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Wulandari, C. 2010. Policy on natural resources and soil biodiversity conservation. *Lecture Notes of Forest Policy*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

**KOMPOSISI DAN KELIMPAHAN FAUNA TANAH SEBAGAI  
PEREKAYASA EKOSISTEM DI KEBUN KAKAO RAKYAT,  
KABUPATEN KONAWE SELATAN, SULAWESI TENGGARA**

**L.O.H. Kilowasid<sup>ab</sup>, Tati-Subahar S. Syamsudin<sup>b</sup>, Endah Sulistyawati<sup>b</sup>,  
and F.X. Susilo<sup>c</sup>.**

**<sup>a</sup>Jurusan Agroekoteknologi, Universitas Haluoleo, Kendari, Indonesia,  
<sup>b</sup>Ecology Laboratory of School of Life Science and Technology, Institut  
Teknologi Bandung, Indonesia, <sup>c</sup>Program Studi Agroekoteknologi,  
Universitas Lampung, Bandar Lampung Indonesia.  
<sup>a</sup>email address: lohardjoni2@yahoo.co.id**

**ABSTRACT**

The role of soil fauna is very important in ecosystem functioning, especially as ecosystem engineers which contribute to soil fertility in tropical environment. Generally small-farmers manage the soil in cocoa plantation depend on natural process. Nutrient cycling by facilitation of soil fauna as ecosystem engineers is one of a new approach to improve soil fertility. The objectives of this research were (i) to describe the composition and abundance of soil fauna ecosystem engineers, and (ii) to study the relation between their abundance and environmental factors of the soil habitat. Sampling was conducted in August 2009 (dry season) from five different sites of small-farmer cocoa plantation (age 4, 5, 7, 10, and 16 years). Soil fauna was collected using hand sorting methods from soil cores of 20 cm in diameter and 15 cm in height. Soil fauna was identified up to morphospecies level. Soil fauna classified as ecosystem engineers include ants, termites, and earthworms. The results showed that species richness and density of these fauna varied with ages of cocoa plantation. Ants were found in all sites. Earthworms were found in 5, 7, and 16 years, and termites were found in 7 and 10 years. Total density of ants was 1,370 individuals m<sup>-2</sup>, termites were 64 individuals m<sup>-2</sup>, and earthworms were 72 individuals m<sup>-2</sup>. The density of ants and termites positively correlated to total P, except Myrmicinae that negatively related to soil temperature and Mastoterms that positively correlated to labile organic fraction. However earthworms density correlated to total N and P, and negatively correlated to C:N ratio and soil temperature.

**Keyword:** soil fauna, ecosystem engineers, density, soil habitat, cocoa plantation.

## PENDAHULUAN

Indonesia termasuk penghasil biji kakao kedua terbesar di dunia. Padahalmana sebagian besar areanya terdapat di Pulau Sulawesi dan Pulau Sumatera Bagian Tengah. Sekitar 75% kebun kakao itu di kelola oleh petani kecil yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah (Suryani dan Zulfebriyansyah, 2007). Pada tahun 2010, luas kebun kakao diperkirakan mencapai 1.508.507 hektar, dan sekitar 1.405.331 hektar berbentuk kebun rakyat di Indonesia (Ditjend Perkebunan, 2010). Umumnya petani kecil mengelola kesuburan tanah kebun kakaonya sangat tergantung pada proses alamiah dalam ekosistem tanah, seperti dekomposisi dan pendauran nutrien, yang berkontribusi kepada kesuburan tanah di lingkungan tropika (Lavelle *et al.*, 2003).

Meskipun kontribusi langsung fauna tanah terhadap mineralisasi nitrogen berkisar antara 10% - 49% (Verhoef dan Brussaard, 1990), tetapi penghilangan semua fauna tanah sekaligus akan mereduksi sebesar 61% dari seluruh mineralisasi nitrogen oleh biota tanah (Hunt dan Wall, 2002). Fauna tanah sebagai perekayasa ekosistem sangat berperan penting dalam proses pendauran nutrien (Lavelle *et al.*, 2006) dan meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrien bagi tanaman di lingkungan tropika (Ouédraogo *et al.*, 2006). Peran fasilitasi organisma sebagai perekayasa ekosistem dalam restorasi ekosistem tanah (Bruno *et al.*, 2003) menjadi salah satu fokus kajian pendekatan baru dalam pengembangan teknologi hayati untuk perbaikan kesuburan tanah dalam konteks pertanian berkelanjutan saat ini (Pretty, 2008; Bullery, 2009).

Kajian fauna tanah di kebun kakao masih lebih difokuskan kepada peran agroekosistem kakao sebagai area konservasi keragaman hayati (Bos *et al.*, 2007; Migge-Kleian *et al.*, 2007; da Silva Moco *et al.*, 2009), tetapi hanya sedikit kajian yang menerangkan peran keragaman hayati itu dalam daur nutrien. Kilowasid *et al.* (2010) menyimpulkan pentingnya fasilitasi yang diperankan oleh makrofauna tanah dalam mineralisasi nitrogen di kebun kakao. Konsep organisma sebagai perekayasa ekosistem mula-mula diajukan oleh Jones *et al.* (1994), kemudian diadopsi oleh ahli biologi tanah untuk mengelompokkan fauna tanah yang berperan dalam memodifikasi sifat fisik, kimia dan status biologi tanah

(Eisenbeis, 2006). Semut, cacing tanah, dan rayap termasuk kedalam kategori perekayasa ekosistem, karena kemampuannya memodifikasi sifat-sifat tanah dan memfasilitasi ketersediaan makanan bagi mikroorganisma dan nutiren bagi tanaman (Bignell, 2006; Jouquet *et al.*, 2006). Cacing tanah dapat mengubah secara signifikan status fisiko-kimia dan biologi tanah, seperti struktur, pH, C, N, dan C:N rasio, komunitas mikroorganisma dan mikroarthropda tanah (Eisenbeis, 2006; Straube *et al.*, 2009). Aktivitas semut (*Messor* spp.) meningkatkan persentase bahan organik, total nitrogen terlarut, keragaman fungsional dan aktivitas mikroba dalam sarangnya dibawah kondisi tanah kering dan miskin bahan organik (Ginzburg *et al.*, 2008). Dauber *et al.* (2008) menunjukkan bahwa semut (*Lasius flavus*) melalui memodifikasi sifat-sifat biotik dan abiotik tanah berperan dalam meningkatkan kolonisasi arbuskular mikoriza pada akar rerumputan. Rayap memodifikasi sifat-sifat tanah melalui gundukan-tanah dan sarang yang dibentuknya, sebagai contoh sarang rayap sub-familiy Macrotermitinae mengubah kandungan bahan organik dan sifat liat tanah (Jouquet *et al.*, 2005). Sementara itu, López-Hernández *et al.* (2006) menunjukkan bahwa ketersediaan P dan sorpsi P tanah gundukan rayap lebih tinggi dibanding tanah sekelilingnya.

Keragaman dan kelimpahan fauna tanah sering digunakan sebagai ukuran untuk menerangkan hubungan keragaman hayati dan fungsi ekosistem seperti dekomposisi dan daur nutrien (Naeem *et al.*, 1995; Giller and O'Donovan, 2002). Keragaman dan kelimpahan fauna tanah dipengaruhi oleh perubahan kondisi fisiko-kimia habitat tanah, seperti tekstur, agregat, pH, C-organik, fraksi bahan organik tanah, C:N, total P, salinitas, Ca, Mg, logam berat, temperatur, dan kelembaban tanah (Cassagne *et al.*, 2008). Perbedaan rata-rata temperatur tanah pada kedalaman 50 cm tidak lebih dari 5<sup>0</sup>C dan kelembaban tanahnya bergantung pada temperatur tanah di lingkungan tropika (Chinene dan Dynoodt, 1994). Temperatur dan kelembaban tanah berpengaruh signifikan terhadap kelimpahan dan aktivitas fauna tanah dalam musim kering (Wen *et al.*, 2006; Ashwini and Sridhar, 2006). Hingga saat ini, komposisi dan kelimpahan fauna tanah yang diklasifikasikan sebagai perekayasa ekosistem dan hubungannya dengan kondisi habitat tanah di kebun kakao dalam musim kering belum banyak dilaporkan.

Paper ini bertujuan untuk mendeskripsikan komposisi dan kelimpahan fauna tanah perekayasa ekosistem, dan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahannya dan faktor lingkungan habitat tanah di kebun kakao rakyat dalam musim kering.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Deskripsi tempat studi**

Penelitian ini dilakukan pada kebun kakao yang dikelola oleh petani kecil secara ekstensif di Desa Konda Dusun Laupe dan Desa Tetesingi, Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi penelitian terletak pada posisi geografis antara 04<sup>0</sup>07'04,9'' - 04<sup>0</sup>08'50,5''LS dan 122<sup>0</sup>15'02,8'' - 122<sup>0</sup>31'40,5''BT yang berada dalam wilayah pencatat cuaca stasiun Meteorologi Landasan Udara Wolter Monginsidi Kendari. Topografi termasuk kategori datar dengan lereng 0-3%. Data iklim selama 31 tahun terakhir menunjukkan rata-rata curah hujan 175,58 mm/bulan dan temperatur udara 26,74<sup>0</sup>C. Data curah hujan pada bulan Agustus tahun 2009 sebanyak 10,7 mm/bulan.

### **Sampling dan koleksi data**

Survey lokasi penelitian dilaksanakan pada bulan April 2009. Kebun kakao usia 4, 5, 7, dan 10 tahun berada di Desa Konda Dusun Laupe, dan usia 16 tahun berada di Desa Tetesingi. Pada tiap usia kebun kakao diambil contoh tanah di empat sudut bujur sangkar dengan jarak 50 m x 50 m pada kedalaman tanah 0 – 15 cm dan 15 – 30 cm menggunakan ring *stainless steel* diameter 7,8 cm dan tinggi 15 cm. Masing-masing *core* tanah dimasukkan ke *zipper pack* berbeda, kemudian diangkut ke Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo, yang selanjutnya diayak dengan ukuran diameter 2 mm/lubang. Tanah lolos saringan dikirim ke Laboratorium Analisis Tanah dan Jaringan Tanaman Balai Penelitian Hortikultura Lembang untuk penentuan pH (menggunakan pH meter dengan pelarut H<sub>2</sub>O), fraksi partikel pasir, debu, dan liat (dengan metoda pipet), total C (dengan spektrofotometer), total N (dengan metoda Kjehdahl), total P (diukur pada spektrofotometer dengan pengestrak HCl 25%), dan rasio C:N

tanah. Fraksi organik *labile* dan fraksi organik *recalcitrant* ditentukan menggunakan prosedur hidrolisis asam dua-tahap (*two-step*) dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai larutan pengekstrak (Rovira and Vallejo, 2002; Rovira and Vallejo 2007; Belay-Tedla *et al.*, 2009).

Sampling fauna tanah dilaksanakan pada 15 Agustus 2009 menggunakan *ring stainless steel* diameter 20 cm dan tinggi 15 cm dalam kondisi musim kering. *Core* tanah diambil dari empat sudut bujur sangkar ukuran 10 m x 10 m yang ditempatkan pada kedalaman tanah 0 – 15 cm dan 15 – 30 cm dalam area bujur sangkar pengambilan contoh tanah untuk analisis parameter fisik-kimia habitat tanah. Fauna tanah dikoleksi menggunakan metode *hand sorting* dari *core* tanah, kemudian dipreservasi dalam alkohol 70%. Fauna tanah diidentifikasi pada tingkatan morfospesies menggunakan buku identifikasi dari Naumann (1991); Watson and Gay (1991); Borror *et al.* (1992); James (2000). Spesimen-specimen fauna tanah sebagai perekayasa ekosistem ditentukan kemudian individu masing-masing taksa yang tergolong perekayasa ekosistem dihitung.

Temperatur tanah diukur menggunakan *thermocouple thermometer* dan kelembaban tanah diukur menggunakan *soil moisture tester* pada kedalaman tanah 7,5 cm dan 12,5 cm dalam kisaran jam 10 – 11 siang.

### **Analisis statistika**

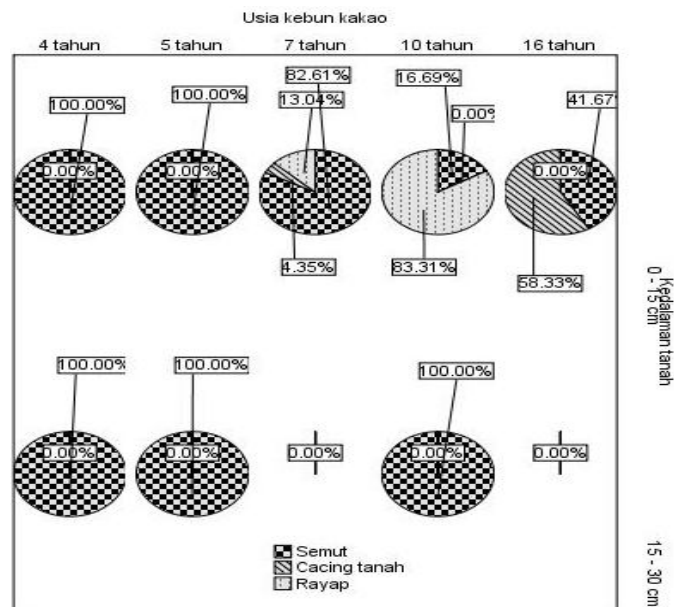
Kerapatan fauna tanah ditransformasi ke dalam  $\log x + 1$ . Rata-rata kerapatan taksa antar-usia kebun kakao dibandingkan menggunakan uji Kruskal-Wallis, dan antar-kedalaman tanah menggunakan uji Mann-Whitney U. Kemiripan komunitas fauna tanah dianalisis dengan indeks Bray-Curtis menggunakan koefisien *Squared Euclidian Distance* (Kent and Coker, 1992). Hubungan antara kerapatan dan faktor lingkungan tanah dianalisis dengan uji korelasi Pearson. Semua analisis statistik dilaksanakan menggunakan bantuan software SPSS 16.0.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi fauna tanah kelompok perekayasa ekosistem

Kelompok fauna tanah tergolong perekayasa ekosistem yang ditemukan dalam penelitian ini adalah semut, cacing tanah dan rayap. Komposisinya bervariasi menurut usia kebun kakao dan kedalaman tanah (Gambar 1). Kelompok fauna tanah perekayasa ekosistem paling tinggi ditemukan di kebun kakao usia 7 tahun pada kedalaman tanah 0 – 15 cm, yang terdiri atas semut (82,61%), cacing tanah (4,05%), dan rayap (13,04%). Di kebun usia 10 tahun ditemukan semut 16,69% dan rayap 83,31%. Di kebun usia 16 tahun ditemukan semut 41,67% dan cacing tanah 58,33%. Di kebun usia 4 dan 10 tahun hanya ditemukan semut.



Gambar 1. Komposisi semut, cacing tanah, dan rayap menurut usia kebun kakao dan kedalaman tanah.

Pada kedalaman tanah 15 – 30 cm hanya ditemukan semut. Semut ditemukan di kebun kakao usia 4, 5, dan 10 tahun, sedang di kebun berusia lainnya tidak ditemukan fauna tanah sebagai perekayasa ekosistem.

Dalam penelitian ini ditemukan total 8 taksa fauna tanah yang tergolong kelompok perekayasa ekosistem, yakni 4 taksa dari kelompok semut

(Myrmicinae, Ponerinae, Formicidae-Nothomyrmeciinae, dan Formicinae), satu taksa dari kelompok cacing tanah (*Pontoscolex* sp.), dan 3 taksa dari kelompok rayap (Termitidae, Rhinotermitidae, dan Mastotermes) (Gambar 2).

Indek Bray-Curtis menggunakan koefisien *Squared Euclidian Distance* menunjukkan komposisi komunitas fauna tanah antara kebun kakao usia 4 tahun tidak serupa dengan usia kebun kakao lainnya. Komposisi komunitas fauna tanah perekayasa ekosistem pada usia kebun kakao 5 tahun lebih serupa dengan usia kebun 16 dan 10 tahun dibanding usia 7 tahun. Komunitas fauna tanah perekayasa ekosistem di kebun usia 7 tahun lebih serupa dengan usia kebun 5 tahun dibanding usia kebun 10 dan 16 tahun, dan usia kebun 10 tahun lebih serupa dengan usia 16 tahun dibanding usia 7 tahun.

Tabel 1. Keserupaan komposisi komunitas fauna tanah perekayasa ekosistem antara usia kebun kakao rakyat menurut indeks Bray dan Curtis dengan menggunakan koefisien Squared Euclidian Distance

Usia kebun kakao (tahun)	Usia kebun kakao (tahun)				
	4	5	7	10	16
4	0,000	0,841	0,867	0,996	1,000
5	0,841	0,000	0,043	0,003	0,000
7	0,867	0,043	0,000	0,085	0,078
10	0,996	0,003	0,085	0,000	0,048
16	1,000	0,000	0,078	0,048	0,000

### **Kerapatan taksa fauna tanah perekayasa ekosistem**

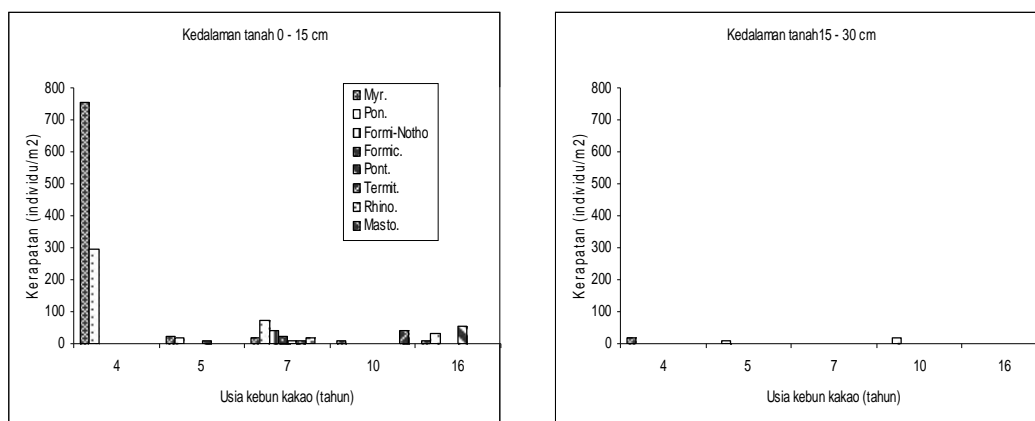
Pada kedalaman tanah 0 – 15 cm, kebun kakao usia 7 tahun mempunyai kekayaan taksa tertinggi sebanyak 7 taksa, sedang terendah pada usia 4 dan 10 tahun masing-masing sebanyak 2 taksa. Pada kedalaman 15 – 30 cm hanya ditemukan taksa dari kelompok semut pada kebun kakao usia 4, 5, dan 10 tahun. Pada usia 4 tahun adalah Myrmicinae, sedang usia 5 dan 10 tahun adalah Ponerinae (Gambar 2).

Total kerapatan fauna tanah perekayasa ekosistem yang ditemukan dalam penelitian ini adalah 1.464,90 individu m<sup>-2</sup>. Lebih dari 97% individu fauna tanah

perekayasa ekosistem di kumpulkan dari kedalaman tanah 0 – 15 cm. Di bawah kedalaman tanah 15 cm dikumpulkan individu lebih kecil dari 3%. Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan kerapatan Myrmicinae dan *Pontoscolex* sp. berbeda secara signifikan antara kedalaman tanah 0 – 15 dan 15 – 30 cm ( $p < 0,05$ ).

Kebun kakao berusia 4 tahun memiliki kerapatan perekayasa ekosistem paling tinggi (1.050,96 individu  $m^{-2}$ ) yang seluruhnya berasal dari kelompok semut terdiri atas Myrmicinae sebanyak 756,37 individu  $m^{-2}$  ( $= 0,643$ ) dan Ponerinae 294,59 individu  $m^{-2}$  ( $p = 0,144$ ). Kerapatan perekayasa ekosistem di kebun kakao usia 5 tahun adalah 47,77 individu  $m^{-2}$  terdiri atas Myrmicinae sebanyak 23,89 individu  $m^{-2}$  dan Ponerinae 15,92 individu  $m^{-2}$ , dan *Pontoscolex* sp. sebanyak 7,96 individu  $m^{-2}$ . Pada kebun kakao usia 7 tahun, kerapatan perekayasa ekosistem sebanyak 183,12 individu  $m^{-2}$  terdiri atas Myrmicinae sebanyak 15,93 individu  $m^{-2}$ , Ponerinae 71,66 individu  $m^{-2}$ , Formicidae-Nothomurmeiinae sebanyak 39,81 individu  $m^{-2}$ , Formicinae sebanyak 23,89 individu  $m^{-2}$ , *Pontoscolex* sp. sebanyak 7,96 individu  $m^{-2}$ , Termitidae sebanyak 7,96 individu  $m^{-2}$ , dan Rhinotermitidae sebanyak 15,92 individu  $m^{-2}$ . Fauna tanah perekayasa ekosistem di kebun kakao usia 10 tahun memiliki kerapatan 47,71 individu  $m^{-2}$ , yang terdiri atas Myrmicinae sebanyak 7,96 individu  $m^{-2}$  dan Mastotermes sebanyak 39,75 individu  $m^{-2}$ . Pada usia kebun kakao 16 tahun, kerapatan fauna tanah perekayasa ekosistem sebanyak 95,54 individu  $m^{-2}$ , yang terdiri atas Myrmicinae, Ponerinae, dan *Pontoscolex* sp. masing-masing sebanyak 7,96, 31,85, dan 55,73 individu  $m^{-2}$  ( $p = 0,317$ ) (Gambar 2).

Kerapatan fauna tanah perekayasa ekosistem paling tinggi pada usia kebun kakao 4 tahun, yang didominasi oleh semut dan paling rendah di usia kebun kakao 5 dan 10 tahun. Pada kebun kakao usia 4 tahun hanya terdapat Myrmicinae dengan kerapatan 15,92 individu  $m^{-2}$ , sedang Ponerinae dengan kerapatan 15,92 individu  $m^{-2}$  terdapat pada usia kebun kakao 5 dan 10 tahun (Gambar 2).



Gambar 2. Kerapatan taksa kelompok fauna tanah perekayasa ekosistem sejalan usia kebun kakao pada kedalaman tanah 0 – 15 cm (sebelah) dan 15 – 30 cm (sebelah kanan). Keterangan: Myr. = Myrmicinae; Pon. = Ponerinae; Formi-Notho = Formicidae-Nothomyrmecinae, Formic. = Formicinae; Pont. = *Pontoscolex* sp.; Termit. = Termitidae; Rhino. = Rhinotermitidae; Masto. = Mastotermes.

### Korelasi antara kerapatan taksa dan faktor habitat tanah

Korelasi antara kerapatan kelompok fauna tanah perekayasa ekosistem dan faktor habitat tanah bervariasi menurut taksa dan parameter lingkungan (Tabel 3). Kerapatan semut taksa Ponerinae, Formicidae, dan Formicidae-Nothomyrmecinae berkorelasi positif dengan total P ( $r = 0,385, 0,364, 0,364, p < 0,05$ ), sedangkan kerapatan Myrmicinae berkorelasi negatif dengan temperatur ( $r = -0,333, p < 0,05$ ). Kerapatan cacing tanah (*Pontoscolex* sp.) berkorelasi positif dengan total N ( $r = 0,340, p < 0,05$ ) dan total P ( $r = 0,342, p < 0,05$ ), sedang korelasi negatif terjadi dengan rasio C:N ( $r = -0,366, p < 0,05$ ) dan temperatur ( $r = -0,315, p < 0,05$ ). Kerapatan rayap taksa Termitidae dan Rhinotermitidae berkorelasi positif dengan total P ( $r = 0,364, p < 0,05$ ), sedang Mastotermes berkorelasi positif dengan fraksi organik labile ( $r = 0,357, p < 0,05$ ).

Tabel 4. Korelasi Pearson antara kerapatan taksa kelompok fauna tanah perekayasa ekosistem dan parameter habitat tanah di kebun kakao rakyat di Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara.

Fauna tanah sebagai perekayasa ekosistem	Taksa	Parameter lingkungan habitat tanah											
		Fraksi partikel			pH	Fraksi organik				Rasio C: N	Total P	Temperatur	Kelembaban
		Pasir	Debu	Liat		Total C	Recalcitrant		Total N				
					Labile		ant						
	Myrmicinae	0,081	-0,059	-0,048	0,046	0,205	0,131	0,144	0,088	0,233	0,079	<b>-0,333*</b>	-0,269
	Ponerinae	-0,107	0,098	0,035	0,105	0,044	0,006	0,048	0,214	-0,179	<b>0,385*</b>	-0,099	-0,102
Semut	Formicidae- Nothomyrmecinae	-0,010	0,086	-0,107	-0,015	0,103	0,169	-0,007	0,068	0,014	<b>0,364*</b>	-0,175	-0,083
	Formicinae	-0,010	0,086	-0,107	-0,015	0,103	0,169	-0,007	0,068	0,014	<b>0,364*</b>	-0,175	-0,083
Cacing tanah	<i>Pontosc olex</i> sp.,	-0,167	0,300	-0,158	-0,031	0,070	0,209	-0,076	<b>0,340*</b>	<b>-0,34*</b>	<b>0,342*</b>	<b>-0,315*</b>	-0,283
	Termitidae	-0,010	0,086	-0,107	-0,015	0,103	0,169	-0,007	0,068	0,014	<b>0,364*</b>	-0,175	-0,083
Rayap	Rhinotermitidae	-0,010	0,086	-0,107	-0,015	0,103	0,169	-0,007	0,068	0,014	<b>0,364*</b>	-0,175	-0,083
	Mastoterms	0,067	-0,119	0,062	-0,057	0,118	<b>0,357*</b>	-0,132	0,123	-0,044	-0,076	-0,203	-0,152

Keterangan: angka yang diikuti superskrip \* menunjukkan korelasi signifikan pada  $p < 0,05$ .

Fauna tanah sebagai perekayasa ekosistem di kebun kakao rakyat dalam musim kering di dominasi oleh semut, sedang cacing tanah dan rayap hanya ditemukan di kebun kakao usia tertentu (Gambar 1). Komposisi komunitas fauna tanah perekayasa ekosistem pada usia kebun kakao 4 tahun tidak serupa dengan usia kebun lainnya (Tabel 1). Kebun kakao berusia 4 tahun memiliki kerapatan perekayasa ekosistem paling tinggi yang seluruhnya berasal dari kelompok semut terdiri atas Myrmicinae sebanyak 756,37 individu  $m^{-2}$  ( $= 0,643$ ) dan Ponerinae 294,59 individu  $m^{-2}$  ( $p = 0,144$ ) (Gambar 3). Tingkat keserupaan komposisi komunitas fauna tanah perekayasa ekosistem antara usia kebun kakao dapat disebabkan oleh penyebab variasi temporal dan spasial komposisi dan kelimpahan komunitas, yakni lingkungan fisik, persebaran (*dispersal*), dan interaksi biotik.

Faktor lingkungan fisik dan persebaran bekerja pada tingkat individu populasi, sedang interaksi biotik bekerja pada tingkat komunitas. Fakta adanya pengaruh dan hubungan antara faktor fisik lingkungan tanah dengan komposisi dan kelimpahan makrofauna tanah juga dilaporkan oleh Huerta *et al.* (2009). Perubahan komposisi komunitas fauna tanah melalui persebaran individu baik secara vertikal maupun horisontal untuk mencari tempat dalam habitat tanah yang kondisinya lebih sesuai merupakan efek lanjut dari respon individu atau populasi terhadap faktor lingkungan yang berubah. Kemampuan tiap taksa fauna tanah untuk bermigrasi secara aktif berbeda-beda (Ojala and Huhta, 2001). Implikasinya, kelimpahan taksa fauna tanah perekayasa ekosistem dapat berbeda antara lapisan tanah.

Kelimpahan fauna tanah berhubungan dengan kualitas makanan dan iklim mikro tanah. Dalam penelitian ini, kerapatan Myrmicinae berkorelasi negatif dengan temperatur tanah ( $p < 0,05$ ) sedang taksa lainnya, dari kelompok semut, berkorelasi positif dengan total P ( $p < 0,05$ ). Kerapatan cacing tanah (*Pontoscolex* sp.) berkorelasi positif dengan total N dan total P ( $p < 0,05$ ), sedang korelasi negatif terjadi dengan rasio C:N dan temperatur ( $p < 0,05$ ). Kerapatan rayap dari famili Termitidae dan Rhinotermitidae berkorelasi positif dengan total P ( $p < 0,05$ ), sedang rayap *Mastotermes* berkorelasi positif dengan fraksi organik labile ( $p < 0,05$ ). Fakta ini secara umum menunjukkan bahwa kadar total P dapat menjadi faktor lingkungan yang berperanan penting terhadap komposisi dan kelimpahan

fauna tanah kelompok perekayasa ekosistem dalam musim kering di kebun kakao. Fauna tanah mendapatkan sumber energi dan nutriennya dari detritus melalui saluran energi bakteri dan fungi (Moore et al., 2004). Energi dan nutrien yang mengalir melalui saluran bakteri berasal dari fraksi organik *labile* dan yang mengalir melalui saluran fungi berasal dari fraksi organik *labile* dan *recalcitrant* hingga sampai ke tingkatan predator puncak. Dalam teori stoikiometri ekologi (Elser and Urabe, 1999) yang menjelaskan bahwa pertumbuhan konsumen, khususnya fauna tanah dikendalikan kualitas makanannya, yang ditunjukkan dengan kadar N, P, rasio C:N, dan N:P. Korelasi antara kerapatan cacing tanah dan N serta rasio C:N ditunjukkan oleh Tiunov dan Scheu (2004) bahwa kerapatan cacing tanah bertambah dengan meningkatnya kandungan N tanah dan menurunnya C:N rasio tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas detritus mengendalikan komposisi dan kelimpahan komunitas fauna tanah sebagai perekayasa ekosistem (Scheu dan Schaefer, 1998).

Korelasi negatif antara kerapatan dan jumlah taksa fauna tanah juga dilaporkan oleh Sharon *et al.* (2001). Dalam penelitian ini, kerapatan Myrmicinae dan *Pontoscolex* sp. berkorelasi negatif dengan temperatur tanah (Tabel 3). Temperatur mengendalikan kerapatan populasi dalam komunitas invertebrata melalui pengaruhnya terhadap laju metabolik (Allen *et al.*, 2002; Brown *et al.*, 2004), yang berpengaruh lanjut kepada laju kematian individu dalam populasi (Cottingham and Zens, 2004), yang selanjutnya mempengaruhi komposisi komunitas fauna tanah perekayasa ekosistem (Kaspari, 2004).

Dalam pengelempokan fauna tanah berdasarkan hubungan konsumen-makanan, cacing tanah dan rayap lebih dikategorikan sebagai detritivora, dan semut masuk sebagai predator-omnivora. Dengan demikian semut dapat menjadi dominan di kebun kakao rakyat dalam musim kering. Berdasarkan hubungan konsumen-makanan patut diduga bahwa hubungan antara temperatur dan kerapatan Myrmicinae terjadi melalui korelasi antara temperatur dan kerapatan mangsanya, karena Myrmicinae termasuk kategori predator spesialis (Silva and Brando, 2010). Fakta yang dilaporkan oleh Dauber *et al.* (2008) bahwa semut *Lasius flavus* meningkatkan kolonisasi mikoriza (*arbuscular mycorrhizae*) pada akar rerumputan memberi gambaran tentang peran dominasi kelimpahan semut

dalam hubungan dengan biota tanah lainnya, seperti mikoriza, dalam daur nutrisi di kebun kakao dalam musim kering.

## KESIMPULAN

Semut merupakan kelompok perekayasa ekosistem paling dominan di kebun kakao rakyat dalam musim kering. Variasi kerapatan taksa fauna tanah perekayasa ekosistem berhubungan dengan kualitas makanan dalam habitat tanah seperti fraksi organik *labile*, kandungan total N, total P, rasio C:N, dan temperatur tanah. Total P menjadi faktor kunci yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan kesuburan tanah secara hayati di kawasan tropika. Apa pentingnya semut dalam daur nutrisi dan pertumbuhan kebun kakao selama musim kering dapat menjadi fokus kajian lebih lanjut dalam pengelolaan keanekaragaman hayati tanah (perekayasa ekosistem) untuk keberlanjutan produksi kakao rakyat di Indonesia.

## SANWACANA

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan bantuan beasiswa BPPS dan biaya penelitian mahasiswa doktor di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung (SITH-ITB) kepada penulis pertama. Kepada petani kakao pak Asep, pak Suradi, dan pak Sape yang telah mengizinkan kami menggunakan kebun kakao mereka sebagai tempat penelitian. Saudara Liusman, Wilson, Irwan, Pudiyansya, dan lainnya yang banyak membantu kami selama mengukur iklim mikro tanah dan melakukan sampling biota tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, A.P., J.H. Brown, and J.F. Gillooly. 2002. Global biodiversity, biochemical kinetics, and the energetics-equivalence rule. *Science* 297: 1545 – 1548.
- Ashwini, K.M. and K.R. Sridhar. 2006. Seasonal abundance and activity of pill millipedes (*Arthrospira magna*) in mixed plantation and semi-evergreen forest of southern India. *Acta Oecologica* 29: 27 – 32.
- Belay-Tedla, A., X. Zhou, B. Su, S. Wan, and Y. Lou. 2009. Labile, recalcitrant, and microbial carbon and nitrogen pools of tallgrass prairie soils in the US



- Great Plains subjected to experimental warming and clipping. *Soil Biology & Biochemistry* 41: 110 – 116.
- Bignell, D.E. 2006. Termites as soil engineers and soil processors, pp. 183 – 220 in König, H. and A. Varma (Eds.) *Intestinal Microorganisms of Soil Invertebrates*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 1992. *An introduction to the study of insects*. 6<sup>th</sup> ed. Saunders College Publishing, Tokyo, pp. 875.
- Bos, M.M., P. Höhn, Shahabuddin, B. Biiche, B. Damayanti, I. Steffan-Dewenter, and T. Tscharntke. 2007. Insect diversity responses to forest conversion and agroforestry management, pp. 279 – 296 in Tscharntke, T., C. Leuschner, M. Zeller, E. Guhardja, and A. Bidin (Eds.), *The Stability of Tropical Rainforest Margins, Linking Ecological, Economic, and Social Constraints of Land Use and Conservation*, Springer Verlag, Berlin.
- Brown, J.H., J.F. Gillooly, A.P. Allen, V.M. Savage, and G.B. West. 2004. Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology* 85(7): 1771–1789.
- Bruno, J.F., J.J. Stachowicz, and M.D. Bertness. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology and Evolution* 18(3): 119 – 125.
- Bulleri, F. 2009. Facilitation research in marine systems: state of the art, emerging patterns and insights for future developments. *Journal of Ecology* 97: 1121–1130.
- Cassagne, N., T. Spiegelberger, L. Cécillon, B. Juvy, and J.J. Brun. 2008. The impact of soil temperature increase on organic matter and faunal properties in a frozen calcareous scree in the French Alps. *Geoderma* 146: 239 – 247.
- Chinene, V.R.N. and R. Dynoodt. 1994. Soil ecology and conservation in the tropics. pp: 71 – 123. in Balakrishnan, M., R. Borgström, and S.W. Bie (Eds.). *Tropical Ecosystems: A Synthesis of Tropical Ecology and Conservation*, Oxford & IBH Publishing CO. PVT. LTD. New Delhi.
- Cottingham, K.L. and M.S. Zens. 2004. Metabolic rate opens a grand vista on Ecology. *Ecology* 85(7): 1805 – 1807.
- da Silva Moco, M.K., E.F. da Gama-Rodrigues, A.C. da Gama-Rodrigues, R.C.R. Machado, and V.C. Baligar. 2009. Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Agroforest Syst.* 76: 127 – 138.
- Dauber, J., R. Niechoj, H. Baltruschat, and V. Wolters. 2008. Soil engineering ants increase grass root arbuscular mycorrhizal colonization. *Biol. Fertil. Soils*. 44: 791 – 796. DOI 10,1007/s00374-008-0283-5.
- Ditjend Perkebunan. 2010. Luas Areal dan Produksi Perkebunan Seluruh Indonesia Menurut Pengusahaan. <http://ditjenbun.deptan.go.id/cigraph/index.php/viewstat/komoditiutama/4-Kakao>. Diakses pada hari Jum'at tanggal 21 Mei 2010 jam 14.52 WIB.
- Eisenbeis, G. 2006. Biology of soil invertebrates, pp. 1-53 in König, H. and A. Varma (Eds.) *Intestinal Microorganisms of Soil Invertebrates*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Elser, J.J. and J. Urabe. 1999. The Stoichiometry of consumer-driven nutrient cycling: Theory, observation, and consequences. *Ecology* 80 (3): 735 – 751.
- Giller, P.S. and G. O'Donovan. 2002. Biodiversity and ecosystem function: Do species matter? *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*. 102B: 129 – 139.

- Ginzburg, O., W.G. Whitford, and Y. Steinberger. 2008. Effects of harvester ant (*Messor* spp.) activity on soil properties and microbial communities in a Negev Desert ecosystem. *Biol. Fertil. Soils*. **45**: 165 – 173. DOI 10,1007/s00374-008-0309-z
- Huerta, E., C. Kampichler, V. Geissen, S. Ochoa-Gaona, B. de Jong, and Hernandez-Daumas. 2009. Toward an ecological index for tropical soil quality based on soil macrofauna. *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia* **8**: 1056 – 1062.
- Hunt, H.W. and D.H. Wall. 2002. Modelling the effects of loss of soil biodiversity on ecosystem function. *Global Change Biology* **8**: 33 – 50.
- James, S.M. 2000. An illustrated key to the earthworms of the Samaon Archipelago (Oligochaeta: Glossoscolecidae, Moniligastridae). Technical Report No. 49. Originally submitted in 2000.
- Jones, C.G., J.H. Lawton, and M. Shack. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* **69**: 373 – 386.
- Jouquet, P., J. Dauber, J. Lagerlöf, P. Lavelle, and M. Lepage. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology* **32**: 153 – 164.
- Jouquet, P., P. Barré, M. Lepage, and B. Velde. 2005. Impact of subterranean fungus-growing termites (Isoptera, Macrotermitiane) on chosen soil properties in a West African savanna. *Biol. Fertil. Soils* **41**: 365 – 370. DOI 10,1007/s00374-005-0839-6.
- Kaspari, M. 2004. Using the metabolic theory of ecology to predict global patterns of abundance. *Ecology* **85**(7): 1800 – 1802.
- Kent, M, and P. Coker. 1992. Vegetation description and analysis: A practical approach. John Wiley & Sons, Singapore. Pp. 363.
- Kilowasid, L.O.H., T.S.S. Syamsudin, E. Sulystiawati, and F.X. Susilo. 2010. Community structure of soil macrofauna and nitrogen mineralization in small-holder cocoa plantation in Konawe Selatan District, Indonesia. **Abstract**, Accepted for Poster Presentation in International Conference ATBC, Bali 2010.
- Lavelle, P., B. Senapati, and E. Barros. 2003. Soil macrofauna. pp. 303 – 323. *in* Schroth, G. and F.L. Sinclair (Eds.) Trees, crops, and soil fertility. CABI Publishing.
- Lavelle, P., T. Decaëns, M. Aubert, S. Barot, M. Blouin, F. Bureau, P. Margerie, P. Mora, and J.P. Rossi. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services, *European Journal of Soil Biology* **42**: S3 – S15. <http://france.elsevier.com/direct/ejsobi>.
- López-Hernández, D., M. Brossard, J.C. Fardeau, and M. Lepage. 2006. Effect of different termite feeding groups on P sorption and P availability in African and South American savannas. *Biol. Fertil. Soils*. **42**: 207 – 214, DOI 10,1007/s00374-005-0017-x.
- Migge-Kleian, S., L. Woltmann, I. Anas, W. Schuls, A. Steingrebe, and M. Schaefer. 2007. Impact of forest disturbance and land use change on soil and litter arthropod assemblages in tropical rainforest margins, 148 – 163, *in* Tschardtke, T., C. Leuschner, M. Zeller, E. Guhardja, and A. Bidin (Eds.), *The Stability of Tropical Rainforest Margins, Linking Ecological, Economic, and Social Constraints of Land Use and Conservation*, Springer

Verlag, Berlin.

- Moore, J.C., E.L. Berlow, D.C. Coleman, P.C. de Ruiter, Q. Dong, A. Hastings, N.G. Johnson, K.S. McCann, K. Melville, P.J. Morin, K. Nadelhoffer, A.D. Rosemond, D.M. Post, J.L. Sabo, K.M. Scow, M.J. Vanni, and D.H. Wall. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters* 7: 584 – 600.
- Naeem, S., L.J. Thompson, S.P. Lawler, J.H. Lawton, and R.M. Woodfin. 1995. Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystem. *Phil. Trans. Roy. Soc. London. B* 347: 249 – 262.
- Nauman, I.D. 1991. Hymenoptera. pp. 916 – 1000 in Naumann, I.D., P.B. Carne, J.F. Lawrence, E.S. Nielsen, J.P. Spradbery, R.W. Taylor, M.J. Whitten, and M.J. Littlejohn (*editorial committee*). The Insects of Australia, A textbook for students and research worker. Volume II, 2<sup>nd</sup> edition, Cornell University Press, New York.
- Ojala, R. and V. Huhta. 2001. Dispersal of microarthropods. *Pedobiologia* 45: 443 – 450.
- Ouédraogo, E., A. Mando, and L. Brussaard. 2006. Soil macrofauna affect cropwater and nitrogen use efficiencies in semi-arid West Africa. *European Journal of Soil Biology* 42: S275 – S277.
- Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence, *Phil. Trans. R. Soc. B.* 363: 447 – 465, doi:10.1098/rstb.2007.2163
- Rovira, P. and V.R. Vallejo. 2002. Labile and recalcitrant pool of carbon and nitrogen in organic matter decomposing at different depth in soil: An acid hydrolysis approach. *Geoderma* 107: 109 – 141.
- Rovira, P. and V.R. Vallejo. 2007. Labile, recalcitrant, and inert organic matter in Mediterranean forest soils. *Soil Biology & Biochemistry* 39: 202 – 215.
- Scheu, S. and M. Schaefer. 1998. Bottom-up control of the soil macrofauna community in a beechwood on limestone: Manipulation of food resources. *Ecology* 79(5): 1573 – 1585.
- Sharon, R., G. Degani, and M. Warburg. 2001. Comparing the soil macro-fauna in two oak-wood forest: Does community structure differ under similar ambient conditions? *Pedobiologia* 45: 335 – 366.
- Silva, R.R. and C.R.F. Brando. 2010. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. *Ecological Monograph*. 80(1): 107 – 124.
- Straube, D., E.A. Johnson, D. Parkinson, S. Scheu, and N. Eisenhauer. 2009. Nonlinearity of effects of invasive ecosystem engineers on abiotic soil properties and soil biota, *Oikos*, **000**, 000-000, doi: 10.1111/j.1600-0706.2009.17405.x.
- Suryani, D. dan Zulfebriansyah. 2007. Prospect of Cocoa Commodity. *Economic Review*, **210**, 1 – 8.
- Tiunov, A.V. and S. Scheu. 2004. Carbon availability controls the growth of detritivores (Lumbricidae) and their effect on nitrogen mineralization, *Oecologia* 138: 83 – 90. doi: 10.007/s0042-003-1391-4.
- Verhoef, H.A. and L. Brussaard. 1990. Decomposition and nitrogen mineralization in natural and agroecosystems: the contribution of soil animals. *Biogeochemistry* **11**: 175 – 211.

- Watson, J.A.L. and F.J. Gay. 1991. Isoptera. pp. 330 – 347. *in in* Naumann, I.D., P.B. Carne, J.F. Lawrence, E.S. Nielsen, J.P. Spradbery, R.W. Taylor, M.J. Whitten, and M.J. Littlejohn (*editorial committee*). *The Insects of Australia, A textbook for students and research worker*. Volume I, 2<sup>nd</sup> edition, Cornell University Press, New York.
- Wen, X.F., G.R. Yu, X.M. Sun, O.K. Li, Y.F. Liu, L.M. Zhang, C.Y. Ren, Y.L. Fu, and Z.Q. Li. 2006. Soil moisture effect on the temperature dependence of ecosystem respiration in a subtropical *Pinus* plantation of southeastern China. *Agricultural and Forest Meteorology* 137: 166–175.

# **SEMUT *Dolichoderus thoracicus* Smith (HYMENOPTERA : FORMICIDAE) PADA EKOSISTEM PERTANAMAN KAKAO**

Alam Anshary, Flora Pasaru, dan Shahabuddin

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian - Universitas Tadulako  
Jln. Soekarno-Hatta Km. 09 Palu 94118  
E-mail: anshary2002@yahoo.com

## **ABSTRACT**

The black ant, *Dolichoderus thoracicus*, is one of ant species that can be found at the soil surface and cacao trees (cacao agroecosystem) and has been known as a potential biological control agents for controlling the cacao pod borer (CPB). Research was done to mass-rear *D. thoracicus*, to study the dispersal pattern, the role of *D. thoracicus* as biological control at cocoa plantation, and the individual potency of *D. thoracicus* as a predator. The results showed that population density of *D. thoracicus* at primary branch was higher (about 8-9 times) than that at the base and middle stem of cacao. Artificial nest made from bamboo+coconut leaf for mass rearing attracted higher *D. thoracicus* population compared to cocoa leaf, banana leaf, and the coconut leaf. Dispersal pattern of *D. thoracicus* at the soil surface and cocoa trees was clumped with  $Z < -1.96$ . The use of *D. thoracicus* with artificial nest (bamboo+coconut leaf) could reduce about 5% of CPB, suppress the percentage of cocoa bean damage and the percentage of cocoa bean weight loss up to 42.95% and 21.03%, respectively. Individual potency experiment at laboratory showed that each black ant could prey 1.75 – 2.31 CPB larvae per day, indicating the high potential of this ant for controlling the CPB.

Keyword : *Dolichoderus thoracicus*, cacao agroecosytem, cocoa pod borer.

## **PENDAHULUAN**

Spesies semut yang bersifat predator telah dilaporkan oleh Azhar *et al.* (2004), Gassa (2002), Kalshoven (1981), dan See dan Khoo (1996). Gassa (2002) melaporkan bahwa di Sulawesi Selatan beberapa spesies semut yang merupakan predator atau yang dapat mengganggu perilaku penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* (PBK) dalam meletakkan telur pada buah kakao. Spesies tersebut antara lain *Dolichoderus thoracicus*, *Crematogaster* spp., *Oecophylla smaragdina*, *Anoplelepis longipes*, *Iridomyrmex* spp., dan

*Monomorium* spp. Sedangkan di Sulawesi Tengah dilaporkan Anshary *et al.* (2003) bahwa spesies semut pada ekosistem tanaman kakao yaitu *Dolichoderus* spp., *Crematogaster* spp., *O. smaragdina*, *Iridomyrmex* spp., dan *Monomorium* spp. Salah satu spesies yang dominan pada ekosistem pertanaman kakao yaitu *D. thoracicus*.

*D. thoracicus* dikenal dengan semut hitam kakao, tubuhnya berwarna hitam, ukuran panjang tubuh kurang lebih 3 mm, pada saat istirahat ujung abdomen ditekuk ke bawah dan tungkai depan diangkat ke atas (Kalshoven, 1981, Gassa, 2002). Spesies *Dolichoderus thoracicus* dapat diidentifikasi dengan ciri alat mulut terdapat tonjolan (hypostomal), tidak terdapat duri pada bagian pronotum, pada bagian posterior propodeum bentuk cekung (concave), dan bentuk kepala oval serta terdapat seta yang halus. Tahap perkembangan *D. thoracicus* mengalami metamorfosis sempurna dengan tahap perkembangan dari telur, larva, pupa, dan imago. Berdasarkan data- stadium telur perkembangan, maka diketahui siklus hidup *D. thoracicus* 29,2 hari.

Koloni *D. thoracicus* banyak ditemukan pada serasah di permukaan tanah dan aktif pada daun-daun kering seperti daun kelapa, daun pisang, dan daun kakao di sekitar pertanaman kakao. Azhar *et al.* (2004) mengemukakan bahwa *D. thoracicus* bersarang pada permukaan tanah (pada daun kering dan benda-benda yang telah lapuk). *D. thoracicus* juga sering ditemukan bersimbiose dengan kutu putih *Planococcus* yang terdapat pada buah kakao. Keberadaan semut *D. thoracicus* dapat melindungi buah kakao dari serangan *Helopelthis* sp. dan PBK. See dan Khoo (1996) melaporkan bahwa ada hubungan kelimpahan antara *D. thoracicus* dan kerusakan buah kakao yang disebabkan oleh penggerek buah kakao. Hal ini menunjukkan bahwa semut tersebut merupakan predator PBK.

Berbagai hasil penelitian tentang pemanfaatan semut hitam kakao, *D. thoracicus* pada agroekosistem khususnya pertanaman kakao. Di Malaysia *D. thoracicus* efektif dalam mengendalikan PBK (Chok, 2003; Khoo and Lim, 2004). Penggunaan *D. thoracicus* untuk pengendalian PBK telah dilaporkan di Indonesia terutama di pulau Jawa dan di Sumatera Utara (ACDI-VOCA, 2003). Semut yang sama juga telah dilaporkan mengurangi infestasi PBK di Sabah

Malaysia (Chok, 2003). Khoo dan Lim (2004) dan Way and Khoo (1992) melaporkan bahwa *D. thoracicus* mempunyai prospek untuk mengendalikan pengisap buah dan PBK. Di Malaysia, augmentasi *D. thoracicus* yang dipelihara dalam sarang buatan dapat mengendalikan *Helopeltis antonii* (Ho, 1991). Penelitian hubungan mutualisme semut hitam kakao *D. thoracicus* dan kutu putih, *C. hispidus* telah dilakukan dan menunjukkan bahwa *D. thoracicus* dapat menekan serangan PBK dan *Helopeltis antonii* (Ho et al., 2003). Khoo and Lim (2004) melaporkan bahwa pengendalian hama pengisap buah kakao, *Helopeltis* sp. dan PBK dengan menggunakan semut *D. thoracicus* berhasil menekan tingkat serangan hama tersebut masing-masing rata-rata 35,7% dan 25,7%. Pemanfaatan predator *D. thoracicus* sebagai agensia pengendalian biologi mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan karena *D. thoracicus* adalah predator yang terdapat pada ekosistem pertanaman kakao (hidup pada permukaan tanah dan aktif pada pohon kakao). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi pemanfaatan *D. thoracicus* terutama dengan penggunaan sarang buatan dari bambu yang ada pada ekosistem pertanaman kakao untuk pengendalian PBK di perkebunan kakao rakyat.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan di Desa Palolo Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah pada tahun 2006 dan 2007. Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga kegiatan yaitu (a) perbanyak semut *D. thoracicus* dengan menggunakan sarang buatan, (b) kajian potensi individu *D. thoracicus* sebagai predator, dan (c) aplikasi *D. thoracicus* pada pertanaman kakao. Kegiatan penelitian tersebut diuraikan sebagai berikut.

### **a. Perbanyak Massal *D. thoracicus* Pada Sarang Buatan**

Penelitian pada tahapan ini tidak dirancang dalam ekperimental desain. Sarang buatan yang akan digunakan adalah jenis sarang yang terbuat dari (batang bambu + daun kelapa). Perbanyak massal *D. thoracicus* pada sarang buatan dilakukan bertujuan untuk materi aplikasi di perkebunan kakao rakyat. Perbanyak massal *D. thoracicus* dilakukan dengan cara sarang ditempatkan

pada bagian tanaman kakao selama 2 bulan. Pengamatan dilakukan terhadap populasi *D. thoracicus* yang ada di dalam sarang dengan frekwensi satu kali sebulan. *D. thoracicus* yang telah berkembang di dalam sarang buatan dapat dipindahkan untuk aplikasi pada penelitian.

#### **b. Potensi individu *D. thoracicus* sebagai predator**

Penelitian dilaksanakan dalam eksperimental desain yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas tiga perlakuan dan empat ulangan. Adapun perlakuan tersebut adalah D1 = *D. thoracicus* diberi mangsa larva instar akhir PBK. D2 = pupa PBK, D3= imago *D. thoracicus* diberi mangsa campuran stadium larva, dan pupa PBK.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan perbanyak serangga PBK berupa larva, dan pupa PBK yang diperoleh dari pertanaman kakao. Buah kakao yang terserang diambil dari pertanaman, diperam dalam stoples kaca ( $\phi = 25$  cm), larva yang keluar dari buah (umur seragam) dikumpulkan di dalam cawan petri ( $\phi = 12$  cm) untuk digunakan dalam perlakuan. Larva yang terbentuk di tempatkan dalam cawan petri dipelihara hingga menjadi pupa, pupa dengan umur seragam digunakan untuk perlakuan. Imago diperoleh dari pupa yang terbentuk kemudian dipelihara hingga menjadi imago. Masing-masing perlakuan ditempatkan dalam stoples kaca dan dalam stoples tadi masing-masing dimasukkan imago predator, *D. thoracicus*. Mangsa (PBK) dimasukkan ke dalam stoples plastik masing-masing berupa larva dan pupa 100 ekor. Peubah yang diamati adalah kemampuan memangsa (jumlah individu yang dimangsa) oleh *D. thoracicus* setiap hari dan total jumlah mangsa dikonsumsi selama masa hidup predator (*D. thoracicus*). Data dianalisis dengan uji F (Anova), apabila bermakna dilakukan uji lanjut dengan BNT 0,05.

#### **c. Uji Penempatan Sarang Buatan di Lapangan**

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental desain dan dirancang dalam Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan cara penempatan sarang buatan (batang bambu + daun kelapa) di tempat yang berbeda pada pohon kakao yaitu pada : (a) permukaan tanah dekat pangkal batang kakao, (b) batang kakao,



(c) cabang primer kakao. Setiap perlakuan terdiri atas empat ulangan sehingga diperoleh 12 unit dalam perlakuan. Cara pelaksanaan, sarang buatan (batang bambu + daun kelapa) ditempatkan pada bagian tanaman kakao (a. permukaan tanah/dipangkal batang, b. Batang kakao bagian tengah, c. cabang primer kakao). Peubah yang diamati adalah kepadatan populasi *D. thoracicus*. Padat populasi dihitung setiap satu bulan dan periode pengamatan dilakukan selama tiga bulan. Data pengamatan dianalisis dengan ANOVA, apabila hasil analisis berpengaruh nyata, maka untuk menentukan adanya perbedaan populasi semut pada setiap perlakuan dilakukan uji lanjut dengan BNJ 0,05.

#### **d. Aplikasi *D. thoracicus* dalam sarang buatan untuk pengendalian PBK**

Metode penelitian dirancang dalam ekperimental desain. Sebagai perlakuan adalah **A** = aplikasi semut predator *D. thoracicus* (sarang buatan), dan **B**= tanpa aplikasi semut predator. Perlakuan diulang sebanyak 50 kali (50 tanaman). *D. thoracicus* dalam sarang buatan ditempatkan pada bagian jorjet tanaman kakao.

Aplikasi semut yang telah berkembang di dalam sarang buatan dilakukan pada kebun kakao yang terserang PBK. Sampel tanaman ditentukan sebanyak 50 tanaman dalam satu areal luasan satu hektar. Sarang buatan ditempatkan pada bagian tanaman kakao (sesuai hasil percobaan a). Jumlah sarang yang ditempatkan pada setiap tanaman tiga buah, jadi dibutuhkan masing-masing 150 sarang buatan untuk perlakuan. Peubah yang diamati adalah tingkat serangan penggerek buah kakao, analisis produksi kakao, dan pola sebaran *D. thoracicus*.

#### **Analisis tingkat serangan PBK**

Analisis tingkat serangan PBK dilakukan dengan cara mengamati persentase buah yang terserang dan persentase penurunan berat biji kakao. Pelaksanaan pengamatan mulai dilakukan enam bulan setelah aplikasi dan selama periode enam bulan, frekwensi pengamatan sekali sebulan. Jumlah buah yang diamati 10 buah per pohon. Persentase buah yang terserang dilakukan dengan

menghitung jumlah buah terserang dan yang tidak terserang PBK selama periode pengamatan.

Gejala serangan PBK pada buah ditandai dengan warna kulit buah kuning pada bagian lekukan dan tidak merata, buah mengeras dan sulit dibelah pada waktu matang. Biji berwarna hitam, saling berlekatan dan tidak berisi. Data hasil pengamatan persentase buah yang terserang pada perlakuan predator dibandingkan tanpa perlakuan predator dianalisis dengan menggunakan uji-t (uji dua rata-rata tidak berpasangan) menggunakan program komputer Microsoft Excel Versi 7,5.

Persentase penurunan berat biji kakao dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Semple (1986).

$$P = \frac{U \cdot Nd - D \cdot Nu}{U (Nd + Nu)} \times 100\%$$

Keterangan : P = persentase penurunan berat biji kakao (%)  
U = berat biji kakao yang tidak rusak (g)  
D = berat biji kakao yang rusak (g)  
Nu = jumlah biji kakao yang tidak rusak (buah)  
Nd = Jumlah biji kakao yang rusak (buah).

Persentase penurunan berat biji kakao dilakukan dengan menghitung jumlah biji kakao yang terserang, jumlah dan berat biji yang tidak terserang pada setiap contoh buah. Untuk mengetahui berat biji digunakan timbangan elektrik (Galaxy™ 160 Ohaus). Pelaksanaan pengamatan mulai dilakukan satu bulan setelah aplikasi dan selama periode tiga bulan, frekwensi pengamatan sekali sebulan. Jumlah buah yang diamati 10 buah per pohon. Data hasil pengamatan penurunan berat biji pada perlakuan *D. thoracicus* dibandingkan tanpa perlakuan *D. thoracicus* dianalisis dengan menggunakan uji-t menggunakan program komputer Microsoft Excel Versi 7,5.

### **Analisis pola sebaran *D. thoracicus***

Pola sebaran dianalisis untuk mengetahui apakah semut yang telah dilepas dapat memencar atau tidak di sekitar pertanaman kakao. Lokasi pengamatan dilakukan dengan mengambil sampel tanaman kakao berjarak 10 meter dari lokasi tempat pelepasan *D. thoracicus* pada empat penjuru angin. Analisis pola sebaran digunakan sesuai metode Binns *et al.* (2000) dan Southwood (1997). Jumlah dan penyebaran petak pengamatan pada setiap lokasi ditentukan dari lima petak contoh yang terletak di tengah dan antara perpotongan garis tengah plot dengan titik sudutnya (luas > 200 m<sup>2</sup>). Di setiap petak contoh dipilih 10 tanaman kakao sebagai tempat pengamatan imago *Dolichoderus* sp. Pengamatan itu dilakukan pada daun, ranting, cabang, batang, bunga dan buah kakao. Pengamatan dilakukan pada bulan keenam setelah aplikasi semut. Frekwensi pengamatan empat kali sebulan selama tiga bulan (12 kali pengamatan). Sampel serangga berupa imago dikumpulkan dengan menggunakan jaring dan aspirator, tangkapan dimasukkan ke dalam botol kaca ( $\varnothing = 10$  cm) dan dibawa ke laboratorium untuk dihitung jumlahnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **a. Perbanyakan Massal Predator Pada Sarang Buatan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bulan I populasi semut *D. thoracicus* lebih sedikit dibandingkan bulan II, hal tersebut ditunjukkan berdasarkan hasil pengamatan pada 10 sampel sarang yang telah diamati pada bulan pertama dan bulan kedua setelah sarang dipasang pada pohon kakao (Tabel 1).

Tabel 1. Populasi *D. thoracicus* pada sarang buatan yang dipasang pada pohon kakao selama 2 bulan dan diambil secara acak (10 sampel)

Sarang dan Nomor Sampel	Populasi Semut (ekor)		Jumlah (ekor)	Rata-rata (ekor)
	Bulan ke- I	Bulan ke- II		
1	720	875	1.595	797,5
2	626	716	1.342	671
3	728	620	1.348	574
4	832	953	1.785	892,5
5	624	920	1.544	772
6	520	667	1.187	593,5
7	755	632	1.387	693,5
8	502	567	1.069	534,5
9	425	667	1.092	546
10	412	590	1.002	501
Jumlah	6.144	7.207	13.357	-
Rata-rata	614,4	720,7	-	667,55

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *D. thoracicus* dalam sarang buatan pada pengamatan bulan I relatif lebih rendah dibandingkan pada pengamatan bulan berikutnya (bulan II). Rata-rata populasi *D. thoracicus* pada sarang yang dipasang pada cabang primer kakao selama dua bulan (pengamatan bulan I sampai dengan bulan II) sebanyak 667,55 ekor, rata-rata populasi *D. thoracicus* 614,4 ekor per sarang (pengamatan bulan I) dan 720,7 ekor per sarang (pengamatan bulan II) (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa ada kecenderungan semakin lama sarang tersebut dipasang pada pohon kakao menyebabkan populasi *D. thoracicus* semakin banyak dalam sarang tersebut.

#### **b. Potensi individu *D. thoracicus* sebagai predator**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di dalam laboratorium menunjukkan bahwa imago *D. thoracicus* memangsa larva PBK di laboratorium. Imago *D. thoracicus* memangsa larva PBK instar akhir. Hasil pengamatan jumlah individu larva yang dimangsa cenderung meningkat dengan bertambahnya umur predator. Hal tersebut sesuai yang dikemukakan oleh Atkins (1980) dan Bergman (1984) bahwa secara fisiologi imago membutuhkan makanan yang lebih

banyak sebagai sumber energi, untuk pertahanan, pencarian mangsa dan pertumbuhan dan perkembangannya.

Tabel 2. Kemampuan Imago *D. thoracicus* memangsa Larva Instar Akhir PBK per hari (selama 7 hari)

No.	Perlakuan (Stadia Mangsa = <i>C. cramerella</i> )	Jumlah yang Dimangsa (ekor)		
		I	II	III
1	Larva (instar akhir)	1,42 (1,38)b	1,57 (1,49)b	2,57 (1,75)b
2	Pupa	0 (0,71)a	0 (0,71)a	0 (0,71)a
3	Larva (instar akhir) dan Pupa	4,28 (2,18)c	4,71 (2,28)c	4,85 (2,31)b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sam dalam kolom sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05. Angka dalam kurung hasil transformasi  $\sqrt{(x+0,5)}$ .

Pada pemberian mangsa semua stadia (larva+pupa) PBK tampak bahwa imago *D. thoracicus* memangsa dalam jumlah lebih banyak dibandingkan mangsa stadia larva secara sendiri-sendiri. Rata-rata jumlah larva PBK yang dimangsa oleh imago *D. thoracicus* 1,38 ekor (minimal) dan 1,75 ekor (maksimal) untuk perlakuan mangsa (larva) yang diberikan secara sendiri-sendiri. Sedangkan apabila perlakuan yang diberikan dicampur dengan pupa PBK maka rata-rata jumlah larva yang dimangsa lebih banyak yaitu rata-rata 2,18 ekor (minimal) dan 2,31 ekor (maksimal) (Tabel 2). Jumlah pakan yang tersedia dan beraneka ragam menyebabkan predator cenderung memangsa lebih banyak. Stehr (1982) melaporkan bahwa tingkat kualitas gizi yang berlainan yang terdapat dalam berbagai mangsa mengakibatkan terjadinya kekhususan serangga dalam memangsa, yaitu akan terus menerus dimangsa atau ditolak, sehingga jumlah yang dimangsa cenderung lebih banyak atau dapat terjadi sebaliknya.

### c. Uji Penempatan Sarang Buatan di Lapangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa preferensi semut *D. thoracicus* berbeda nyata pada sarang yang diletakkan pada bagian tanaman kakao yang berbeda (Tabel 3). Preferensi (padat populasi semut) pada sarang yang diletakkan pada cabang primer lebih banyak dibandingkan pada pangkal batang

dan pada batang bagian tengah. Rata-rata jumlah semut pada sarang yang ditempatkan pada cabang primer 1.918,3 ekor, pada batang bagian tengah 230,3 ekor dan pada pangkal batang kakao 290,5 ekor (Tabel 3). Padat populasi semut pada sarang yang ditempatkan pada cabang primer kakao 8-9 kali lebih besar (12% - 15%) dibandingkan padat populasi semut pada pangkal batang dan batang kakao. Hal ini menunjukkan bahwa preferensi semut dalam sarang yang ditempatkan pada cabang tanaman kakao lebih besar dibandingkan pada sarang yang ditempatkan pada pangkal batang dan batang kakao.

Pada daerah batang kakao, merupakan tempat semut *Dolichoderus* beraktivitas dan merupakan "media aktivitas" semut yang menghubungkan antara permukaan tanah ke bagian atas tanaman kakao (ke cabang primer dan sekunder, daun, dan buah), selain itu pada daerah batang banyak ditumbuhi buah sebagai tempat aktivitas semut. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sarang yang ditempatkan pada bagian tanaman kakao yaitu pangkal batang, bagian tengah batang, dan cabang primer semuanya ditemukan semut *D. thoracicus*. Pada cabang kakao, merupakan bagian tanaman yang ditumbuhi daun dan buah sehingga aktivitas semut *D. thoracicus* relatif lebih banyak pada bagian ini dibandingkan pada bagian tanaman kakao lainnya dan oleh sebab itu sarang yang ditempatkan pada bagian cabang kakao populasi semut lebih banyak dibandingkan populasi semut pada sarang yang ditempatkan pada pangkal batang dan batang kakao.

Tabel 3. Preferensi semut pada sarang buatan yang ditempatkan di lokasi berbeda pada tanaman kakao

No	Perlakuan (Tempat Peletakan Semut)	Ulangan				Jumlah (ekor)	Rerata (ekor)
		I	II	III	IV		
1	Pangkal Batang Kakao	520	312	120	210	1.162	290,5 a
2	Batang Kakao	320	145	154	302	921	230,3 a
3	Cabang Primer	1.200	2.140	1.389	2.944	7.673	1.918,3 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata, namun huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf pada uji BNT 0,05.

#### d. Aplikasi *D. thoracicus* dalam sarang buatan untuk pengendalian PBK

Hasil pengamatan persentase buah kakao yang terserang PBK disajikan pada Tabel 4. Hasil pengamatan rata-rata persentase buah kakao yang terserang pada

perlakuan *D. thoracicus* menunjukkan cenderung menurun pada pengamatan I s/d III dengan selisih yang rendah yaitu 0,1%, sedangkan pada kontrol cenderung meningkat dengan selisih yang relatif rendah juga (0,3%). Terdapat perbedaan selisih rata-rata persentase buah kakao yang terserang PBK pada perlakuan *D. thoracicus* dan tanpa perlakuan *D. thoracicus* (5%).

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa rata-rata persentase buah kakao yang terserang PBK berbeda nyata pada perlakuan *D. thoracicus* dibandingkan tanpa perlakuan *D. thoracicus* pada uji-t taraf 5% (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan semut *D. thoracicus* dalam sarang buatan yang terbuat dari bambu dapat menurunkan persentase serangan PBK sebesar 5%. Hasil penelitian di Malaysia yang dilaporkan oleh Ho dan Khoo (2003) bahwa penggunaan *D. thoracicus* untuk mengendalikan PBK yang dipelihara dalam sarang buatan dari kertas karton, dapat menurunkan tingkat serangan pada buah kakao. Hasil penelitian lainnya yang menggunakan semut *D. thoracicus* dilaporkan oleh Ho (1991), Khoo and Lim (2004) menunjukkan bahwa *D. thoracicus* dapat menurunkan tingkat serangan hama *Helopeltis* sp. pada pertanaman kakao. Dari hasil penelitian ini dan mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti *D. thoracicus* lainnya menunjukkan bahwa *D. thoracicus* punya prospek dalam mengendalikan PBK di pertanaman kakao.

Tabel 4. Hasil pengamatan persentase buah kakao yang terserang PBK

Perlakuan	Pengamatan ke-			Jumlah (%)	Rata-rata (%)
	I	II	III		
Aplikasi <i>D. thoracicus</i>	10,5	8,6	8,5	27,6	9,2a
Tanpa Aplikasi <i>D. thoracicus</i>	11,8	15,2	15,5	42,5	14,2b

Keterangan.: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata pada uji-t pada taraf 5%.

Hasil pengamatan kerusakan biji kakao pada perlakuan *D. thoracicus* menunjukkan cenderung menurun dengan rata-rata 3,61%, sedangkan pada tanpa *D. thoracicus* cenderung meningkat dengan rata-rata 46,56%. Terdapat perbedaan selisih rata-rata kerusakan biji kakao pada perlakuan *D. thoracicus* dan tanpa *D. thoracicus* (42,95%). Hasil pengamatan penurunan berat biji kakao pada perlakuan *D. thoracicus* menunjukkan cenderung menurun dengan rata-

rata 0,53%, sedangkan pada tanpa *D. thoracicus* cenderung meningkat dengan rata-rata 21,56%. Terdapat perbedaan selisih rata-rata penurunan berat biji kakao pada perlakuan *D. thoracicus* dan tanpa *D. thoracicus* (21,03%).

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa rata-rata persentase kerusakan biji kakao dan persentase penurunan berat biji buah kakao pada perlakuan *D. thoracicus* dan tanpa *D. thoracicus* berbeda nyata pada uji-t taraf 5% (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan semut *D. thoracicus* dalam sarang buatan yang terbuat dari bambu dapat menekan persentase kerusakan biji 42,95% dan persentase penurunan berat biji 21,03%. Hasil penelitian di dilaporkan oleh Ho *et al.* (2003) bahwa penggunaan *D. thoracicus* untuk mengendalikan PBK dapat menekan tingkat penurunan produksi dan kerugian yang dialami petani kakao di Malaysia. Hasil penelitian ini dan mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti *D. thoracicus* lainnya menunjukkan bahwa *D. thoracicus* punya prospek dalam menekan tingkat kerugian yang diderita oleh petani kakao.

Tabel 5. Rata-rata Kerusakan Biji dan Penurunan Berat Biji kakao Pada Perlakuan Aplikasi *D. thoracicus* dan tanpa Aplikasi *D. thoracicus*

Perlakuan	Kerusakan Biji (%)	Penurunan Berat Biji (%)
Aplikasi <i>D. thoracicus</i>	3,61 a	0,53 a
Tanpa Aplikasi <i>D. thoracicus</i>	46,56 b	21,56 b

Keterangan : Angka pada kolom yang sama dengan huruf yang berbeda, berbeda nyata pada uji-t 0,05.

#### e. Penentuan pola sebaran *D. thoracicus*

Hasil pengamatan dan analisis pola sebaran *D. thoracicus* pada tiga periode pengamatan menunjukkan kecenderungan berkelompok yang didasarkan pada distribusi Southwood (1997) yaitu  $Z (-1305,72) < -1,96$  atau  $x \text{ rerata } (2405,2) < S^2 (40661,9)$  dan standar deviasi 588,9. Berdasarkan perilaku yang cenderung berkelompok, hal ini sejalan pendapat yang dikemukakan oleh Khoo



and Chung (2006) bahwa semut *D. thoracicus* lebih banyak bersarang pada tempat yang relatif gelap. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semut *D. thoracicus* ditemukan bersarang pada tempat-tempat gelap (pada permukaan tanah di bawah permukaan daun kakao yang telah kering, lipatan daun kelapa dan serasah di permukaan tanah). Karena kecenderungan lebih banyak bergerombol atau hidup pada tempat yang gelap/intensitas cahaya rendah maka kondisi ini yang menyebabkan perilakunya cenderung berkelompok. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *D. thoracicus* dapat dengan mudah dilakukan pemerangkapan dalam sarang buatan karena cenderung lebih tertarik pada tempat atau lokasi dengan intensitas cahaya yang rendah (kondisi gelap). *D. thoracicus* lebih banyak tertarik pada sarang dengan bahan batang bambu + daun kelapa + gula merah.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Potensi individu semut predator *D. thoracicus* dalam memangsa larva PBK rata-rata 2,57 ekor perhari.
- b) Penggunaan semut *D. thoracicus* dalam sarang buatan yang terbuat dari bambu + daun kelapa dapat menekan persentase kerusakan biji 42,95% dan persentase penurunan berat biji 21,03%.
- c) Penggunaan semut *D. thoracicus* dalam sarang buatan yang terbuat dari bambu + daun kelapa dapat menurunkan persentase serangan PBK sebesar 5%.
- d) Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pola sebaran *D. thoracicus* cenderung berkelompok, dengan nilai  $Z (-1305,72) < -1,96$  atau  $x \text{ rerata } (2405,2) < S^2 (40661,9)$

## DAFTAR PUSTAKA

- ACDI-VOCA. 2003. Strategy set to unleash biocontrols on cocoa pod borer in Sulawesi. <http://www.google.com>, key word cocoa podborer. Dikunjungi 15 Januari 2004.
- Anshary, A., M. Yunus, dan I. Vouki. 2003. Identifikasi spesies semut (Hymenoptera: Formicidae) pada ekosistem pertanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). J. Agroland (suplemen): 69-78.
- Atkins, K. 1980. Insect physiology. Lewis Publishers. Washington DC.
- Azhar, I., N.S. Jalil, and S.T.S. Hasan. 2004. Variation and colony strength and local foraging pattern of cocoa black ant in cocoa-coconut ecosystem. Proc. Incopec 3<sup>rd</sup>. International Seminar In Cocoa Pests and Diseases. 16-17 Oktober 2001. Kota Kinabalu, Malaysia. p. 210-218.
- Bergman, J. 1984. An introduction to insects physiology. MacMillan. USA.
- Binns, M.R., J.P. Nyrop, and W. Van Der Werf. 2000. Sampling and monitoring in crop protection. CABI Publishing.
- Chok, D. 2003. Cocoa development and its environmental dilemma. Smithsonian National Zoological Park. [http://atbi.biosci.ohiostate.edu:8880/home\\_page](http://atbi.biosci.ohiostate.edu:8880/home_page). Dikunjungi 12 Nopember 2004.
- Gassa, A. 2002. Survei beberapa semut pada tanaman kakao. Lokakarya Tengah Periode SUCCESS dan Pertemuan Internasional Masa Depan Pengembangan Kakao di Indonesia, Makassar 15 s/d 18 Januari 2002.
- Ho, C.T. 1991. The importance of mealybugs and colony compatibility in augmentation of *Dolichoderus thoracicus* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) populations in cocoa. Dissertation. Putra Malaysia University.
- Ho, C.T., K.C. Lim, and K.C. Khoo. 2003. Biological control of cocoa pests: by *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) Bull. of Entomol. Res. (6) 92: 117 - 135.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops Indonesia. PT. Ichtiar Baru Van Hoeve, Jakarta.
- Khoo, K.C. and G.F. Chung. 2006. Use of the black cocoa ant to control mirid damage in cocoa. The Planter, Kuala Lumpur 65: 370-383.
- Khoo, K.C. and G.T. Lim. 2004. Use of the black cocoa ant to control mirid damage in cocoa. The Planter, Kuala Lumpur 65: 370-383.
- See, Y.A. and K.C. Khoo. 1996. Influence of *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) on cocoa pod damage by *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Malaysia. Bull. of Entomol. Res. 86: 467-474.
- Semple, R.L. 1986. Problem related to pest control and use of pesticides in grain. The current situation in ASEAN and future to requirement. Biotrop Third Training Course on Pest Stored Products. March 18-April 28, 1986. Bogor. Indonesia.
- Southwood, T.R.E. 1997. Ecological method with particular reference to the study of insect population. 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall. London.

- Stehr, D.W. 1982. Parasitoid and predator in pest management, pp. 135 - 173 *In*. R.L. Metcalf and W.H. Luckmann (eds.) Introduction to insect pest management. John Willey and Sons. New York.
- Way, M.J. and K.C. Khoo. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology* 37: 479-503.

### **Diskusi**

Pertanyaan ( Yuniarti, UNSRI, Palembang): Dolichodorus yang paling banyak berasal dari dahan, bagaimana metode pengambilan sampel pada setiap bagian tanaman? Apakah ditemukan juga spesies lain?

Jawab: Semut paling banyak terdapat pada cabang primer. Jadi untuk pengambilan sampel, sarang dipasang pada tempat tersebut.

**KELIMPAHAN ARTROPODA TANAH PADA LAHAN KUBIS YANG  
DITUMBUHI GULMA BERBUNGA DI DAERAH MALINO SULAWESI  
SELATAN**

***THE DIVERSITY OF SOIL ARTHROPODS ON CABBAGE FIELDS WITH  
FLOWERING PLANTS ON MALINO SOUTH SULAWESI***

**Sri Nur Aminah Ngatimin<sup>1</sup> dan Syatrawati<sup>2</sup>**

**1) Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UNHAS  
Makassar 90245**

**2) Politeknik Pertanian Negeri Pangkep Sulawesi Selatan  
Email: [srinuraminahngatimin@yahoo.com](mailto:srinuraminahngatimin@yahoo.com)**

**ABSTRACT**

The aim of this research was to study the role of flowering plants as a nectar and pollen source for soil arthropods on cabbage field. The research was conducted in Buluballea village, Gowa Residence on September until December 2009. Cabbage were grown by two systems in the different place with distance about 500 metres in the field. The first system, cabbage was combined with four flowering weed such as: *Nasturtium indicum* (Brassicaceae), *Galinsoga parviflora* (Asteraceae), *Cleome rutidosperma* (Capparidaceae) and *Lindernia crustaceae* (Scrophulariaceae). The second system, cabbage was grown as monoculture plant. The pitfall traps filled with formalin 4% were placed in the field for 3 days.

The results showed that the diversity of soil arthropods was higher on polyculture cabbage with flowering plants than on monoculture one. The arthropods community consisted of ants (65%), Carabids (22%), Dermapteran (11%), Cicindellids (4.5%), Staphylinids (4.3%), Lycosids (2.1%) and Oxyopids (1.7%). The flowering weed such as *N. indicum* and *G. parviflora* were more attractive to soil arthropods than *C. rutidosperma* and *L. crustaceae*. We found that nectar and pollen of weed flower were important factor to attract the soil arthropods in cabbage field.

Key words : soil arthropods, flowering plants, cabbage field.

**PENDAHULUAN**

Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) merupakan salah satu jenis tanaman penting hortikultura dataran tinggi. Kubis digemari oleh sebagian besar masyarakat baik dalam bentuk segar maupun sudah matang. Kubis segar mengandung vitamin A, C, karbohidrat, protein, lemak, serat, fosfor, besi dan kalium (Anonim, 2007).

Kabupaten Gowa dan Enrekang merupakan sentra pertanaman sayuran dataran tinggi terbesar di Sulawesi Selatan. Malino yang termasuk di dalam wilayah Kecamatan Tinggimoncong di Kabupaten Gowa merupakan pusat penghasil sayuran kubis, kentang, sawi, wortel dan bawang daun. Hasil sayuran tersebut dapat memenuhi kebutuhan kota Makassar dan sekitarnya, bahkan diantarpulaukan ke Kalimantan Timur (Anonim, 2007). Luas panen kubis di Sulawesi Selatan tahun 2009 mencapai sebesar 1.697 ha dengan hasil panen 14,64 ton/ha. Produktivitas nasional kubis pada tahun 2009 sebesar 19,96 ton/ha (BPS, 2009).

Salah satu kendala utama dalam peningkatan produktivitas kubis adalah adanya serangan ulat perusak daun kubis *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Yponomeutidae). Saat musim kemarau, jika tidak dilakukan tindakan pengendalian, maka kerusakan tanaman dapat mencapai 100% atau tanaman tidak dapat membentuk krop sehingga tidak bisa di panen (Sudarwohadi, 1987). Takelar (1993) mengemukakan bahwa *P. xylostella* telah menjadi serangga hama yang paling merusak pada tanaman famili Cruciferae di seluruh dunia dan tiap tahun biaya pengendaliannya diperkirakan mencapai US\$ 1 milyar.

Upaya pengendalian *P. xylostella* yang umumnya dilakukan petani adalah secara kimiawi. Menurut pengamatan penulis, lebih dari 90% petani kubis di Malino menggunakan pestisida sintetik yang tidak terjadwal dengan alasan bahwa cara tersebut dapat menekan populasi serangga hama. Di sisi lain petani tidak menyadari dampak negatif penggunaan pestisida dengan terjadinya resistensi, resurgensi, matinya musuh alami dan organisme non-target serta pencemaran lingkungan yang sangat membahayakan kehidupan di sekitarnya. Selain itu, biaya aplikasi pestisida dapat merekrut kurang lebih 50% dari biaya produksi (Untung, 1991).

Sasaran PHT adalah mempertahankan populasi hama di bawah tingkat yang merugikan serta mengurangi peluang terjadinya ledakan hama. Salah satu komponen penting penyusun agroekosistem lahan kubis adalah artropoda predator yang hidup pada permukaan tanah. Dilaporkan bahwa predator yang ada di pertanaman kubis mampu mencegah perkembangan populasi hama mencapai status yang merugikan. Salah satu cara untuk melihat kelimpahan arthropoda

tanah adalah penggunaan perangkap sumuran (*pitfall trap*) yang dipasang tersebar pada lahan kubis. Dengan cara ini akan diperoleh data tentang komposisi spesies dan kelimpahan arthropoda tanah khususnya predator penghuni permukaan tanah yang berada di pertanaman tersebut.

Gulma berbunga di pinggiran lahan kubis merupakan sumber daya bagi musuh alami karena tumbuhan ini menyediakan serangga inang atau mangsa alternatif; sumber nektar, pollen dan embun madu yang dihasilkan oleh kutu daun dan menjadi pakan bagi arthropoda musuh alami dewasa (parasitoid atau predator); tempat pengungsian (*refugia*) dan perlindungan; tempat mempertahankan keberadaan hama dalam populasi rendah di luar musim tanam untuk bertahan musuh alami (Powell, 1986). Nektar dan pollen dapat meningkatkan lama hidup dan keperidian *Coccinella* sp. yang memangsa kutu daun (Pickett and Bugg, 1998). Kubis sebagai tanaman budidaya tidak dapat menyediakan pakan bagi arthropoda tanah karena tidak menghasilkan bunga dan dipanen dalam bentuk krop.

Dampak keberadaan gulma berbunga terhadap kelimpahan arthropoda tanah predator pada pertanaman kubis sangat menarik untuk diteliti karena berpengaruh nyata terhadap proses pengendalian serangga hama yang berada di tempat tersebut.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian berupa percobaan lapangan dilaksanakan di Dusun Buluballea Malino, Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa mulai September sampai Desember 2009. Ketinggian daerah berkisar 1.100 dpl, rata-rata curah hujan 2.900 mm/th, kelembaban nisbi (RH) berkisar 88-90%, suhu udara maksimum dan minimum 18 dan 25°C.

### **Inventarisasi dan Identifikasi Gulma Berbunga**

Gulma berbunga yang berpotensi sebagai sumber nektar dan pollen bagi arthropoda tanah di lahan pertanaman kubis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis gulma berbunga yang digunakan dalam percobaan

Famili	Spesies	Sumber
Brassicaceae	<i>Nasturtium (Rorippa) indicum</i> L.	nektar dan pollen
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	nektar
Capparidaceae	<i>Cleome rutidosperma</i> DC	nektar
Scrophulariaceae	<i>Lindernia crustacean</i> (L.) F.v.M	nektar

Keterangan: Untuk identifikasi digunakan Everaerst (1981) dan Soerjani *et al.* (1987).

### **Pengaruh Gulma Berbunga Terhadap Kelimpahan Arthropoda Tanah**

Percobaan dilakukan pada dua tempat terpisah berjarak sekitar 500 meter, bebas insektisida dan masing-masing lahan dikelilingi terpal plastik setinggi 1,5 meter. Lahan pertama ditanam kubis varietas KK-Cross, jarak tanam 25cm x 25cm pada sembilan petak berukuran 5m x 3m. Gulma berbunga di tanam dengan jarak 10cm x 10cm pada empat petak berukuran 20m x 0,5m. Di lahan kedua kubis ditanam secara monokultur dengan ukuran bedengan dan jarak tanam yang sama dengan lahan pertama.

Predator penghuni permukaan tanah diamati dengan menggunakan perangkap sumuran (*pitfall trap*) yang terbuat dari gelas plastik, diameter permukaan atas 7 cm, kedalaman 10 cm serta volume 240 ml. Ke dalam setiap gelas dituangkan formalin 4% sebanyak 60 ml. Untuk menghindari masuknya air hujan, diatas perangkap di pasang atap yang terbuat dari seng berukuran 15 cm x 15 cm. Di pertanaman kubis, *pitfall* dipasang menyebar mengikuti arah garis diagonal dengan lima *pitfall* di pasang dalam satu petak. Jarak antar satu *pitfall* dengan lainnya sekitar 1,5 m. Dalam satu periode pemasangan, *pitfall* dipasang selama 3 x 24 jam. Pemasangan *pitfall* dimulai sejak kubis berumur 14 hst sampai menjelang panen dengan selang waktu 14 hari. Selama satu musim tanam dilakukan 6 kali pemasangan *pitfall*, pada setiap periode pemasangan total *pitfall* yang digunakan sebanyak 90 buah *pitfall* untuk kedua tipe lahan tersebut (Winasa, 2001). Diamati pula secara visual jenis artropoda yang berada pada gulma berbunga.

Seluruh artropoda yang tertangkap *pitfall* dibawa ke laboratorium. Predator dan artropoda lain yang terkumpul dimasukkan ke dalam botol bekas film yang berisi alkohol 70%. Artropoda tersebut diidentifikasi menggunakan Kalshoven (1981), Hill (1994) dan CSIRO (1991). Keanekaragaman jenis serangga dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Keanekaragaman Shannon (Odum, 1971) yaitu :

$$H = -\sum (n_i/N) \log (n_i/N)$$

H = Indeks keanekaragaman Shannon.

$n_i$  = banyaknya individu suatu jenis.

N = banyaknya individu seluruh jenis.

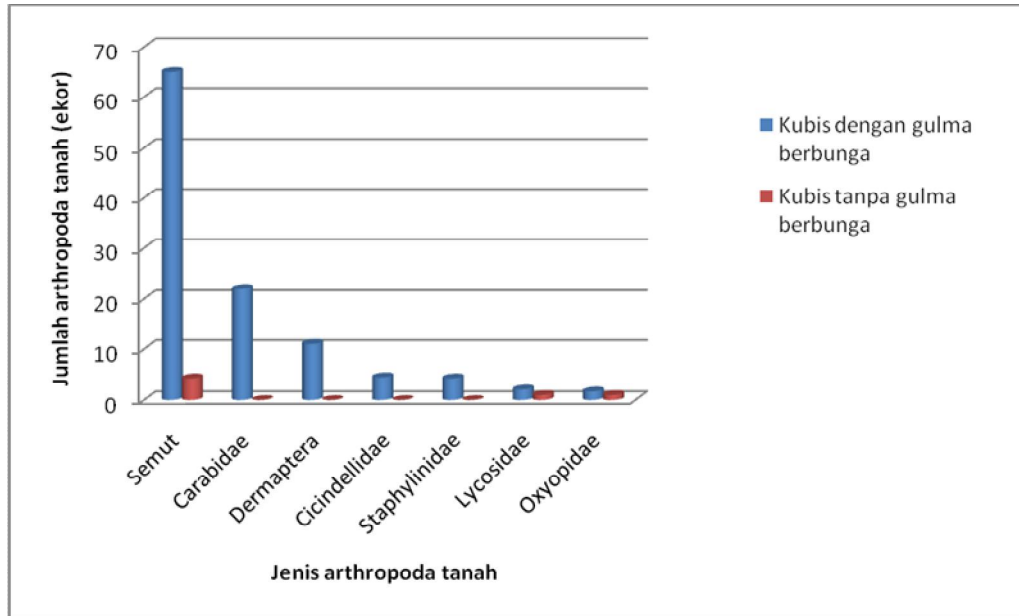
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Kelimpahan Artropoda Tanah pada Lahan Kubis dengan Gulma Berbunga dan Tanpa Gulma Berbunga**

Saat ini sedang diupayakan meminimalkan penggunaan pestisida sintetik untuk menekan populasi serangga hama serta menghasilkan produk yang lebih sehat. Hal ini mendorong berkembangnya penelitian tentang *three level trophic interactions* yaitu interaksi tanaman, herbivora dan musuh alaminya sebagai dasar dalam upaya pengelolaan hama (Verkerk and Wright, 1996). Dapat dikatakan pengelolaan habitat secara bijaksana dapat menurunkan populasi serangga hama pada tingkat tidak merugikan.

Berdasarkan hasil tangkapan artropoda tanah dengan menggunakan *pitfall trap* dapat dilihat bahwa jumlah semut paling banyak yaitu 65 ekor pada lahan kubis yang ditanami dengan gulma berbunga. Jenis semut yang banyak dijumpai saat percobaan berlangsung adalah semut api (*Solenopsis* sp). Serangga lain yang juga banyak ditemukan pada areal tersebut adalah Carabidae (22 ekor), Dermaptera (11 ekor), Cicindellidae (4,5 ekor) dan Staphylinidae (4,3 ekor). Jenis arthropoda non-serangga adalah laba-laba pemburu (Lycosidae) sebanyak 2,1 ekor dan laba-laba bermata tajam (Oxyopidae) sebanyak 1,7 ekor (Gambar 1).





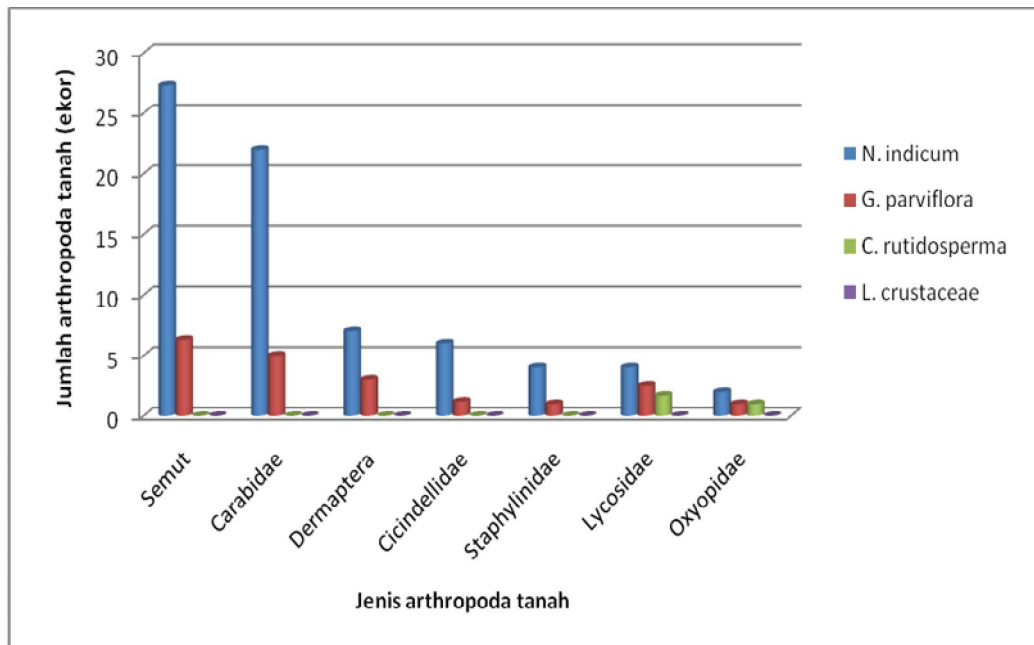
Gambar 1. Kelimpahan arthropoda tanah pada dua tipe lahan kubis

Hasil tangkapan *pitfall trap* untuk lahan monokultur (tanpa gulma berbunga) dapat dilihat bahwa semut merupakan serangga yang dominan dengan jumlah sekitar 4,3 ekor. Kalshoven (1981) mengemukakan bahwa semut merupakan serangga yang sangat mobile, dapat beradaptasi dimana saja dan mampu memanfaatkan sumber daya dengan sangat efisien. Predator permukaan tanah lainnya adalah laba-laba Lycosidae dan Oxyopidae. Rendahnya jumlah dan jenis artropoda tanah pada lahan monokultur diduga terjadi karena tidak ada gulma berbunga sebagai sumber nektar dan pollen. Nentwig (1998) mengemukakan bahwa musuh alami dewasa mendapatkan pakan berupa nektar dan pollen dari gulma berbunga yang diperlukan dalam produksi telur, tambahan energi, peningkatan lama hidup serta keperidian yang merupakan penentu keberhasilan pengendalian hayati di tempat tersebut.

Selain faktor yang telah disebutkan sebelumnya, selama percobaan berlangsung, selalu turun hujan dan lahan monokultur selalu dibersihkan gulmanya sehingga serangga yang berada di tempat tersebut hidup dan berlindung hanya pada bagian-bagian tertentu dari tanaman kubis. Adanya terpal plastik juga merupakan faktor penghalang keluar-masuknya serangga yang berada di pertanaman tersebut.

## Preferensi Artropoda Tanah Terhadap Gulma Berbunga

Predator permukaan tanah mendapatkan nutrisi dari mangsanya sedangkan nektar dan pollen sebagai sumber energi di dapatkan dari gulma berbunga yang berada di sekitar pertanaman. Untuk preferensi gulma berbunga, jenis tanaman yang paling disukai oleh serangga tanah adalah *N. indicum* (Gambar 2). Gulma tersebut selain menjadi tumbuhan inang *P. xylostella*, bunganya mengandung nektar yang mampu meningkatkan kebugaran serangga predator. Nektar yang berasal dari gulma berbunga banyak mengandung glukosa, protein dan asam amino (Powell, 1986).



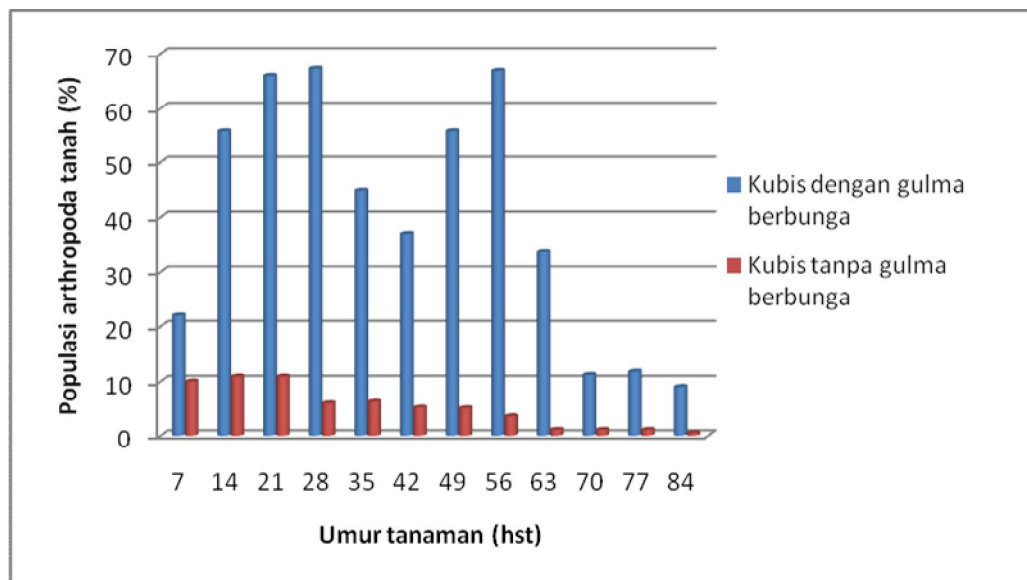
Gambar 2. Preferensi arthropoda tanah pada gulma berbunga

Jenis serangga lain yang memilih tumbuhan *N. indicum* adalah Carabidae (22 ekor), Dermaptera (7 ekor), Cicindellidae (6 ekor) dan Staphylinidae (4 ekor). Serangga memanfaatkan gulma berbunga sebagai tempat makan, mencari pasangan dan berlindung saat lingkungan ekstrim (Nentwig, 1998). Tumbuhan lain yang dipilih oleh semut sebagai sumber nektar adalah *G. parviflora*. Saat diamati secara visual, kebanyakan serangga tanah berada di permukaan akar dan bunga dari gulma tersebut. Khusus untuk laba-laba, sarangnya berada di tajuk tanaman yang banyak terdapat bunga. Diduga hal ini merupakan strategi untuk

mendapatkan mangsa yang lebih banyak. Tumbuhan *C. rutidosperma* dan *L. crustacea* tampaknya kurang disukai oleh serangga tanah tersebut.

### Keberadaan Arthropoda Tanah dan Hubungannya dengan Umur Tanaman Kubis

Serangga hama yang paling sering dijumpai selama berlangsungnya percobaan adalah *P. xylostella*. Selama berlangsungnya percobaan, populasi artropoda tanah yang dominan tertangkap *pitfall* trap adalah semut dan Staphylinidae dengan persentase sekitar 67,2 % saat kubis 28 hst pada lahan dengan gulma berbunga (Gambar 3).



Gambar 3. Keberadaan arthropoda tanah dan hubungannya dengan umur tanaman

Pada periode ini tanaman belum membentuk krop sehingga banyak ditemukan *P. xylostella* instar II dan III. Umur 42 hst tanaman mulai membentuk krop dan saat itu bersamaan dengan masuknya musim hujan sehingga populasi *P. xylostella* dan musuh alaminya menurun karena tercuci air hujan. Saat 56 hst populasi artropoda tanah meningkat lagi sebesar 66,8% kemudian menurun sampai tanaman menjelang panen. Diduga hal ini terjadi karena krop telah mengeras sehingga jumlah *P. xylostella* ikut menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Sudarwohadi (1987) yang mengemukakan bahwa *P. xylostella* menyerang semua fase tanaman kubis mulai dari persemaian hingga panen. Saat

kubis belum membentuk krop maka jaringannya masih lunak sehingga lebih mudah terserang *P. xylostella*.

### KESIMPULAN

- 1) Artropoda tanah yang paling dominan ditemukan pada lahan kubis dengan gulma berbunga dan tanpa gulma berbunga adalah semut, masing-masing sebanyak 65 ekor dan 4,3 ekor.
- 2) Gulma berbunga yang dominan di datangi oleh artropoda tanah adalah *N. indicum* (27,3%) dan *G. parviflora* (6,3%), sedangkan *C. rutidosperma* dan *L. crustaceae* kurang disukai.
- 3) Persentase keberadaan arthropoda tanah tertinggi sebesar 67,2% dijumpai saat umur kubis 28 hst dan terendah yaitu 9,0% saat umur kubis 84 hst.
- 4) Kandungan nektar dan pollen gulma berbunga merupakan salah satu komponen penarik serangga predator pada pertanaman.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Malino, Pusat Pengembangan Hortikultura (Kompas on-line, 27 Agustus 2007). <http://www.kompas.com> (diakses 20 Mei 2009).
- BPS. 2009. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kubis di Indonesia. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. <http://www.bps.go.id> (diakses 01 Maret 2010).
- CSIRO. 1991. The Insects of Australia. A Textbook for Students and Research Workers Vol I & II. Division of Entomology. Melbourne University Press, Carlton Victoria Australia.
- Everaerst, A.P. 1981. Weeds of vegetables in The Highland of Java. Jakarta : Lembaga Penelitian Hortikultura.
- Hill, D.S. 1994. Agricultural Entomology. Timber Press Portland, Oregon.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Revised and Translated by PA van der Laan. Jakarta : PT. Ichtiar Baru-van Hoeve, Jakarta.
- Nentwig, W. 1998. Weedy plant species and their beneficial arthropods : potential for manipulation in field crops. Di dalam : Pickett CH, Bugg RL (ed.). Enhancing Biological Control : Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests. Berkeley : University of California Press.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition. WB Saunders Company. Philadelphia, Toronto, London.
- Pickett, C.H. and R.L. Bugg. 1998. Enhancing Biological Control : Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests. Berkeley : University of California Press.

- Powell, W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crops. Di dalam : Waage J, Greathead D (ed.). Insect Parasitoid. Academic Press, Orlando.
- Soerjani, M., A.J.G.H. Kostermans and G. Tjitrosoepomo. 1987. Weeds of Rice in Indonesia. Balai Pustaka, Jakarta.
- Sudarwohadi, S. 1987. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* Linn.; Lepidoptera : Yponomeutidae) pada tanaman kubis. [Disertasi]. Bandung : Universitas Padjadjaran.
- Takelar, NS. 1993. Biology, Ecology and Management of Diamondback Moth. Asian Vegetable Research and Dev. Center. Taiwan. 38:6.
- Untung, K. 1991. Pengelolaan Hama Terpadu di Indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Verkerk, R.H.J. and D.J. Wright. 1996. Multitrophic interaction and management of the diamondback moth: a review. *Bul Entomol Res* 86:205-216.
- Winasa, I.W. 2001. Arthropoda predator penghuni permukaan tanah di pertanaman kedelai : kelimpahan, pemangsaan dan pengaruh praktek budidaya tanaman. [Disertasi] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

## LAMPIRAN GAMBAR



Gambar 1. Kubis tanpa gulma berbunga



Gambar 1. Kubis dengan gulma berbunga





Gambar 3. *Lindernia crustacea* dan *Galinsoga parviflora*



Gambar 3. *Nasturtium indicum* dan *Cleome rutidosperma*



Gambar 4. *Pitfall trap*

**PROSPEK BUBUK BIJI MIMBA (*Azadirachta indica* A. Juss.)  
DIGUNAKAN UNTUK PENGENDALIAN ULAT TANAH *Agrotis ipsilon*  
PADA TANAMAN TOMAT**

Dodin Koswanudin

Centre Institution for Research and Development of Biotechnology and Genetic  
Resource of Agriculture

email: [dodin.koswanudin@yahoo.com](mailto:dodin.koswanudin@yahoo.com) Tell. : +62812 9918 579

**ABSTRACT**

The ground worm (*Agrotis ipsilon*) is belong to the major pest on the tomato plant as it often due to attack in the young plant by it eat of the root and stem basis parts, so it has resulted of the plant mortality. Research has been conducted in the green house, Centre Institution for Research and Development of Biotechnology and Genetic Resource of Agriculture in July to November 2009. Experiment used the Completely Randomized Design which it was consist of 5 (five) treatments and 5 (five) replications. Research aim is to test the mimba seed pollen (MSP) effect against the ground worm *A. ipsilon*. As treatment it has enclosed to 4 (four) dozis levels of mimba seed pollen as 4, 6, 8, and 10 gr/pot/plant and control. The varieties tomato germs of Artaloka were 1 month after seedling those were planted in plastic pot as 25 cm in diameter and as 30 cm in height. The mimba seed pollen application was conducted by it was scattered in the plant hole which it was according to used dozis before the tomato germ will be planted. When the plants were 3 days after planting it was infested by the worm pest *A.ipsilon* of the third instars as 3 tails/plant/pot into the ground as 3 cm in depth, further it was closed again. Observed parameter are mortality of larvae *A. ipsilon* and plant damage levels. Research result showed that mimba seed pollen as 6, 8, and 10 gr/pot in dozis are result of larvae mortality as 60.02; 73.36-80.02; and 80.02-86.68%, respectively, and the plant damage level are as 29.58; 20.0 and 7.77%, respectively.

Key words: Seed pollen *A. indica*, *A. ipsilon*, tomato

**PENDAHULUAN**

Hama merupakan salah satu masalah utama dalam budidaya tomat (Duriat *et al.*, 1997). Serangan hama menyebabkan rendahnya kualitas dan kuantitas produksi. Ulat tanah (*Agrotis ipsilon* Hufn) merupakan salah satu hama yang sering menjadi masalah dalam budidaya tomat (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1993). Ulat tanah yang disebut ulat taneuh, hileud orok (Sunda) atau uler lettung



(Jawa) mempunyai siklus hidup 6-8 minggu; kupu-kupu ataupun ulatnya aktif pada senja dan malam hari, pada siang hari kupu-kupu bersembunyi di bawah daun dan ulat di bawah permukaan tanah. Ulat tanah tersebut menyerang tanaman dengan memotong titik tumbuh atau pangkal batang dan perakaran tanaman, sehingga tanaman muda rebah dan pada siang hari tampak layu (Pracaya, 1981). Tanaman inang ulat tanah *A. ipsilon* antara lain kubis, tomat, kentang, jagung, tembakau dan kacang-kacangan (Suriaatmadja dan Sastrosiswojo, 1988).

Pengendalian hama dapat dilakukan secara mekanis dengan menggali tanaman yang terserang dan mengambil ulat-ulat tanah dan membunuhnya (Douglas and Shetlar, 2001). Secara kultur teknis dapat dilakukan dengan pembersihan lahan dari rerumputan atau sisa-sisa tanaman yang dijadikan tempat bertelur hama ulat tanah dan secara kimiawi dengan menggunakan umpan beracun atau penyemprotan insektisida.

Penggunaan insektisida merupakan salah satu alternatif dalam mengendalikan *A. ipsilon*. Namun penggunaan insektisida harus dilakukan sesuai anjuran sehingga tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Dalam prakteknya di lapangan sebaiknya penggunaan insektisida merupakan pilihan terakhir dalam mengendalikan hama atau digunakan secara bersamaan dengan teknik pengendalian lainnya. Penggunaan insektisida dengan memperhatikan agroekosistem juga menjadi hal yang penting. Penggunaan insektisida yang berlebihan selain tidak ekonomis juga dapat mematikan serangga berguna seperti parasitoid, predator dan penyerbuk, sehingga merubah keseimbangan alami dalam agroekosistem tersebut. Meskipun penggunaan insektisida untuk mengendalikan hama ulat tanah *A. ipsilon* sudah dirasa cukup efektif, tetapi dalam prakteknya di lapangan masih perlu penyempurnaan terutama dalam pemilihan alternatif metode pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan.

Untuk mengurangi penggunaan insektisida sintetik dalam pengendalian hama, perlu dicari metode yang ramah lingkungan, mudah diperoleh dan terjangkau oleh masyarakat. Penggunaan ekstrak tumbuhan merupakan alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk menekan perkembangan serangga hama. Tumbuhan mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) termasuk salah satu jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati. Hasil-

hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tanaman mimba dapat menekan perkembangan berbagai jenis dari beberapa ordo serangga hama. Ekstrak biji mimba berpengaruh menekan perkembangan hama *Maruca testulalis* dan *Aphis cracivora* (Koswanudin *et al.*, 2009), berpengaruh menghambat *Helopeltis antonii* (Nurawan dan Haryati, 2010), menghambat perkembangan nematoda *Meloidogyne* sp. (Muin, 2009), campuran ekstrak biji mimba dengan biji *Lantana camara* dapat menghambat perkembangan penggerek tongkol jagung *Helicoverpa armigera* (Koswanudin *et al.*, 2010). Serbuk biji mimba (SBM) dapat menekan perkembangan hama uret pada tanaman padi gogo.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak biji mimba mempunyai peluang dapat berpengaruh menekan perkembangan hama ulat tanah (*A. ipsilon*) pada tanaman tomat.

Makalah ini menyampaikan hasil penelitian awal pengaruh ekstrak biji mimba atau serbuk biji mimba (SBM) terhadap perkembangan hama ulat tanah (*A. ipsilon*) pada tanaman tomat di rumah kaca.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Bogor pada bulan Juli sampai November 2009.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas 5 (lima) perlakuan dan 5 (lima) ulangan.

### **Persiapan Tanaman dan Serangga Uji**

Tanaman tomat yang digunakan adalah jenis artaloka ditanam pada media tanah yang dicampur pupuk kandang pada pot plastik berdiameter 30 cm dan tinggi 30 cm, tanaman dipupuk dengan urea, SP-36 dan KCl masing-masing sebanyak 1,5 g/pot.

Serangga uji ulat tanah dikoleksi dari lapangan kemudian dipelihara dan diperbanyak pada tanaman tomat di laboratorium dan rumah kaca sampai diperoleh larva generasi kedua yang siap digunakan untuk percobaan.



Gambar 1. Larva ulat *Agrotis ipsilon*

#### **Persiapan Serbuk Biji Mimba**

Biji mimba yang sudah kering ditumbuk sampai membentuk butiran halus berupa serbuk dan siap untuk diaplikasikan dengan cara ditabur.

#### **Aplikasi Serbuk Biji Mimba dan Infestasi Serangga Uji**

Perlakuan serbuk biji mimba (SBM) yang digunakan adalah dosis 4 g, 6 g, 8 g dan 10 g/tanaman ditambah kontrol (tanpa perlakuan). Aplikasi SBM dilakukan dengan cara ditabur pada kedalaman 3 cm di sekeliling perakaran tanaman pada waktu tanam. Infestasi ulat tanah larva instar 3 sebanyak 3 (tiga) ekor dilakukan pada waktu 3 (tiga) hari setelah aplikasi SBM, dimasukkan ke dalam tanah di sekeliling perakaran tanaman.

#### **Parameter yang Diamati**

Parameter yang diamati meliputi mortalitas larva ulat tanah, kerusakan tanaman, hasil panen, fitotoksisitas tanaman.

## HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian pengaruh serbuk biji mimba terhadap mortalitas hama uret, kerusakan tanaman dan hasil panen disajikan pada tabel-tabel berikut.

Tabel 1. Rerata Mortalitas Larva *Agrotis ipsilon*. Bogor. 2009

Perlakuan	Dosis (g/tanaman)	Mortalitas larva <i>H. helleri</i> (%)				
		2 hsa	3 hsa	4 hsa	5 hsa	6 hsa
Serbuk Biji Mimba	4,0	0,00b	0,00c	19,98b	19,98b	19,98c
Serbuk Biji Mimba	6,0	13,92ab	26,64b	60,02a	60,02a	60,02b
Serbuk Biji Mimba	8,0	19,98a	39,98ab	73,36a	80,02a	80,02ab
Serbuk Biji Mimba	10,0	26,64a	46,66a	80,02a	80,02a	86,68a
Kontrol	-	0,00b	0,00c	0,00c	0,00c	0,00c

Keterangan: Angka-angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. hsa = hari setelah aplikasi.

Tabel 2. Rerata Kerusakan Tanaman dan hasil Panen Buah Tomat. Bogor. 2009

Perlakuan	Dosis (g/tanaman)	Kerusakan tanaman (%)		Hasil (g/tanaman)
		10 hsi	20 hsi	
Serbuk Biji Mimba	4,0	80,64a	71,54b	179,5c
Serbuk Biji Mimba	6,0	45,42b	29,58c	212,9b
Serbuk Biji Mimba	8,0	29,74b	20,00cd	231,4b
Serbuk Biji Mimba	10,0	32,36b	7,77d	262,4a
Kontrol	-	87,94a	100,0a	0,00d

Keterangan: Angka-angka dalam satu kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%; hsa = hari setelah aplikasi.

## PEMBAHASAN

### Pengaruh Serbuk Biji Mimba terhadap mortalitas larva *Agrotis ipsilon*

Berdasarkan hasil pengamatan pada waktu 2 hari setelah aplikasi menunjukkan bahwa perlakuan SBM dosis 6, 8 dan 10 g/tanaman berpengaruh terhadap mortalitas larva ulat tanah dengan tingkat mortalitas masing-masing sebesar 13,92; 19,98 dan 26,64% (Tabel 1), sedangkan perlakuan yang lain belum menyebabkan mortalitas.

Pada waktu pengamatan 3 hari setelah aplikasi SBM menunjukkan bahwa perlakuan SBM dosis 6, 8 dan 10 g/tanaman berpengaruh terhadap mortalitas larva ulat tanah dengan tingkat mortalitas masing-masing sebesar 26,62; 39,98 dan 46,66%, sedangkan pada perlakuan SBM dosis 4 g/tanaman dan kontrol tidak terjadi mortalitas larva ulat tanah (Tabel 1). Pengaruh perlakuan SBM makin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan, hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya mortalitas larva ulat tanah pada perlakuan serbuk biji mimba (SBM) pada waktu pengamatan 4, 5 dan 6 hari setelah aplikasi. Mortalitas larva ulat tanah pada perlakuan SBM dosis 4, 6, 8 dan 10 g/tanaman masing-masing berkisar antara 19,98; 60,02; 73,36-80,02 dan 80,02-86,68% (Tabel 1).

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan serbuk biji mimba dosis 4, 6, 8, dan 10 g/tanaman berpengaruh terhadap mortalitas larva ulat tanah pada tanaman tomat. Tingkat mortalitas ulat tanah terjadi secara gradual yang ditunjukkan makin tinggi dosis yang digunakan makin tinggi mortalitas larva ulat tanah *A. ipsilon*. Terjadinya mortalitas larva ulat tanah pada perlakuan SBM disebabkan larva ulat tanah teracuni senyawa yang bersifat insektisidal yang terkandung dalam serbuk biji mimba yakni azadirachtin. Aplikasi SBM dengan cara ditaburkan di sekitar perakaran tanaman kacang tanah mampu menekan perkembangan larva ulat tanah. Larva ulat tanah yang kontak dengan SBM tidak dapat berkembang karena larva tidak ada nafsu memakan akar atau pangkal batang tanaman, sehingga perkembangan larva jadi terhambat yang akhirnya mengalami kematian. Gejala keracunan oleh ekstrak mimba ditandai dengan terjadinya kejang-kejang, paralisis, kelumpuhan dan kematian (Rembold *et al.* 1989). Sebagaimana dilaporkan bahwa perlakuan SBM dapat menghambat perkembangan larva ulat tanah yang menyerang tanaman padi gogo (Koswanudin dan Harnoto, 2005). Demikian pula ekstrak biji mimba dapat menghambat perkembangan hama penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* (Harnoto *et al.*, 2006), ulat grayak *Spodoptera litura* (Karsono, 2004), pengisap polong *Nezara viridula* dan kutu loncat *Heterophsylla cubana* (Sudarmadji dan Irianto, 1990).

## **Kerusakan Tanaman**

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan SBM berpengaruh dalam menekan tingkat kerusakan tanaman yang disebabkan oleh larva ulat tanah. Tingginya tingkat mortalitas larva pada perlakuan SBM menyebabkan tingkat kerusakan tanaman yang disebabkan oleh uret menjadi rendah. Hasil pengamatan pada waktu 10 hari setelah infestasi larva ulat tanah pada perlakuan SBM dosis 4-10 g/tanaman berkisar antara 32,36-80,64% dan pada kontrol 87,94% (Tabel 2). Hasil pengamatan pada waktu 20 hari setelah infestasi larva ulat tanah, tingkat kerusakan tanaman pada perlakuan SBM dosis 4-10 g/tanaman terjadi penurunan sedangkan pada kontrol meningkat. Kerusakan tanaman pada perlakuan SBM berkisar antara 7,77-71,54% dan pada kontrol 100% (Tabel 2). Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan SBM selain dapat menekan perkembangan ulat tanah, juga sekaligus berpengaruh positif mengurangi tingkat kerusakan tanaman yang disebabkan oleh hama *Agotis ipsilon*, karena jika tidak dikendalikan hama ulat tanah dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian yang tinggi dan dapat memfusokan tanaman (Foster and Gaylor, 1984).

## **Hasil Panen Buah Tomat**

Keselamatan produksi merupakan tujuan utama dalam melakukan pengendalian hama, walaupun hasil panen juga sangat dipengaruhi oleh faktor lain seperti pemeliharaan dan pemupukan. Pada percobaan ini menunjukkan bahwa hasil panen tomat pada perlakuan SBM berbeda sangat nyata dengan kontrol. Tanaman pada perlakuan kontrol terserang sangat berat oleh larva ulat tanah sehingga tanamannya tidak tumbuh dan tidak dapat menghasilkan produksi (Tabel 2). Hasil panen pada perlakuan SBM dosis 4-10 g/tanaman berkisar antara 179,5-262,4 g/tanaman dan pada perlakuan kontrol tidak menghasilkan/fuso (Tabel 2). Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan SBM mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai agensia pengendalian hayati.

## Fitotoksistas Tanaman

Selama percobaan berlangsung menunjukkan bahwa aplikasi perlakuan Serbuk Biji Mimba dosis 4-10 g/tanaman, tidak menyebabkan keracunan atau fitotoksistas pada tanaman tomat.

## KESIMPULAN

Serbuk biji mimba berpotensi dapat digunakan sebagai agens pengendalian hayati terhadap hama ulat tanah (*Agrotis ipsilon*) pada tanaman tomat, dosis 6 – 10 g/tanaman cukup baik menekan perkembangan larva ulat tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Douglas, S.R. and D.J. Shetlar. 2001. Black cutworm (Lepidoptera; Noctuidae) Larval Emigration and Biomass in Mixtures of Endophytic Perennial Ryegrass and Kentucky Bluegrass. *Journal of Economic Entomology*. 94 (5): 1183-1186.
- Duriat, A.T., W.W. Hadisoeganda, A.H. Permadi, R.M. Sinaga, Y. Hilman, R.S. Basuki dan S. Sastrosiswojo. 1997. *Teknologi Produksi Tomat*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.
- Foster, M.A. and M.J. Gaylor. 1984. Black Cutworm, *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera; Noctuidae), Damage to No-till Cotton in Relation to Larval and Plant Age. *Journal Environmental Entomology* 16 (3): 743-746.
- Harnoto, IM. Samudra dan D. Koswanudin 2006. Pengaruh Ekstrak Biji Mimba terhadap Penggerek Batang Jagung *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera; Pyralidae). Hal 191-197. *dalam: Kardinan et al* (Ed.). *Prosiding Seminar Nasional Pestisida Nabati III*. Pusat Penelitian dan Perkebunan.
- Karsono, D.B. 2004. Pengaruh kontak ekstrak biji mimba (*Azadirachta indica*) terhadap penetasan telur dan perkembangan larva Spodoptera litura. Hal. 307-314 *Dalam M. Arifin et al.* (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Entomologi dalam Perubahan Lingkungan dan Sosial*. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Bogor
- Koswanudin, D. dan Harnoto. 2005. Keefektifan Serbuk Biji Mimba terhadap Hama Lundi (*Holotricia helleri*) pada Tanaman Padi Gogo. Hal. 99-102. *Dalam: Oti et al.* (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional dan Pameran Pestisida Nabati III*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Koswanudin, D., I M. Samudra dan Harnoto. 2009. Pengaruh Ekstrak Biji Mimba (*Azadirachta indica* Juss.) terhadap Perkembangan Penggerek Polong (*Maruca testulalis* Gejer) dan Kutudaun (*Aphis cracivora* Koch.) pada Tanaman Kacang Hijau. Hal. 519-528. *Dalam: Nawangsih A.A. et al.*(Ed.) *Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman, Strategi Perlindungan*

- Tanaman Menghadapi Iklim Global dan Perdagangan Bebas*. Pusat kajian Pengendalian Hama Terpadu, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Koswanudin, D., IM. Samudra dan Harnoto. 2010. Kompatibilitas Ekstrak Biji *Azadirachta indica* dengan *Aglaia odorata* terhadap Hama Penggerek Tongkol (*Helicoperva armigera*) pada Tanaman Jagung. Hal. 576-585 *Dalam: Sutrisno, H. et al (Ed.). Prosiding Seminar Nasional V, Pemberdayaan Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Bogor, 18-19 Maret 2008.*
- Nurawan, A. dan Y. Haryati. 2010. Pengaruh Beberapa Insektisida Nabati terhadap Intensitas Serangan *Helopeltis antonii* Pada Tanaman Teh. Hal. 612-618. *Dalam: Sutrisno, H. et al (Ed.). Prosiding Seminar Nasional V, Pemberdayaan Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Bogor, 18-19 Maret 2008.*
- Pracaya. 1981. *Kol Alias Kubis*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rembold, H.B., Subrahmanyam and T. Muller 1989. Corpus-cardiacum – a target for azadirachtin. *Experimentia* 45: 361-368.
- Sastrosiswojo, S. dan W. Setiawati, 1993. Hama-hama tanaman kubis dan cara pengendaliannya. Hal. 39-50. *Dalam A.H. Permadi dan S. Sastrosiswojo (Eds.). Kubis*. Kerjasama Balai Penelitian Hortikultura Lembang dengan Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu.
- Soeriaatmadja, R.E. dan S. Sastrosiswojo. 1988. Pemeriksaan Residu Insektisida dalam Buah Tanaman Tomat dan Kubis di Kecamatan Lembang, Pangalengan dan Cisurupan. *Media Penelitian Sukamandi* 6: 31-21.
- Sudarmadji dan Irianto. 1990. Peranan ekstrak biji Mimba *Azadirachta indica* A. Juss, sebagai senyawa insektisida terhadap kutu loncat lamtoro, *Heteropsilla cubana* Crawford. *Seminar Pengelolaan Serangga Hama dan Tungau dengan Sumber Hayati Di PAU-Ilmu Hayati, ITB, 22 Mei 1990.*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Harnoto, MS. yang telah mendukung penelitian dan kepada Sdr. Isak yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

### **Diskusi**

Pertanyaan (Laode, M, Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Ilmu Hayati ITB):

1. Apakah serbuk biji nimba berpengaruh terhadap media tanam sehingga menyebabkan kematian ulat agrotis?
2. Apakah tingkat kerusakan tanaman tersebut ada hubungannya dengan respirasi tanaman



3. Penelitian tersebut dilakukan pada temperatur berapa? Bagaimana jika dilakukan di lapangan, karena di lapangan lebih banyak faktor yang mempengaruhi?

Jawaban:

1. Serbuk biji nimba yang ditebarkan ke dalam media tanam secara tidak langsung berpengaruh terhadap media tanam. Melalui penyiraman toksisitas senyawa azadirachtin yang terkandung serbuk biji nimba akan lebih cepat dalam terjadinya penghambatan perkembangan ulat *Agrotis ipsilon*
2. Kerusakan tanaman yang diamati hanya yang disebabkan oleh serangga ulat, yaitu dengan mengamati gejala kerusakan pada akar dan pangkal batang, tidak dihubungkan dengan respirasi tanaman.
3. Penelitian dilakukan di rumah kaca dengan suhu 27-32°C. Untuk uji di lapangan masih perlu dilakukan penelitian dan pengkajian yang komprehensif dan perlu diambil faktor-faktor yang mempengaruhi serta pengaruhnya terhadap musuh alami.

# **KERAGAMAN ARTHROPODA TANAH DI BAWAH SAMPAH, RUMPUT DAN TANAMAN SINGKONG**

**Sudi Pramono**

**Jurusan Proteksi Tanaman, Fak. Pertanian Universitas Lampung  
Jl. Sumateri Brojonegoro, No. 1 Bandar Lampung, 35145**

## **ABSTRAK**

Keragaman arthropoda dalam tanah dipengaruhi banyak faktor antara lain kesesuaian habitat, pertanaman diatas tanah, lingkungan dan ketersediaan pakan yang berupa bahan organik. Dalam penelitian ini ingin diketahui faktor dominan yang mempengaruhi keragaman arthropoda dalam tanah. Penelitian dilakukan dengan metode survei, yaitu mengambil 3 lokasi di Desa Labuhan Ratu, Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung pada bulan Februari - Maret 2010. Setiap tempat yaitu tanah di bawah sampah, rumput dan tanaman singkong diambil 3 sampel masing-masing berukuran 1 meter x 1 meter digali sedalam 30 cm. Tanah dicangkul perlahan-lahan sambil mengumpulkan hewan yang dijumpai kemudian diambil dan dimasukkan dalam plastik atau botol kecil. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tanah di bawah sampah paling tinggi keragamannya kemudian diikuti tanah di bawah singkong dan tanah di bawah rumput. Arthropoda yang ditemukan di bawah sampah yaitu semut merah, semut hitam, rayap, kecoa, jangkerik, colembola, larva lalat, lipan dan kaki seribu, Keragaman dan kelimpahan arthropoda di bawah rumput dan tanaman singkong jauh lebih sedikit, hanya semut merah dan semut hitam yang merupakan arthropoda yang mudah dijumpai pada lokasi tersebut. Lipan hanya dijumpai di bawah tanaman singkong dan tidak di semua tempat yang ditanam singkong. Hal ini disebabkan lingkungan yang cocok dan pakan yang mendukung kehidupan arthropoda yang paling melimpah dan selalu tersedia adalah tanah di bawah sampah.

Kata kunci: Artropoda tanah, habitat, sampah, singkong, padang rumput

## **PENDAHULUAN**

Keberadaan organisme tidak hanya tergantung dari faktor ketersediaan pakan melainkan banyak faktor pendukung lain yang sangat diperlukan oleh organisme tersebut (As-syukur, 2007). Menurut Palgunadi (2010) semakin banyak faktor pendukung kehidupan mulai dari pakan, habitat, lingkungan mikro

sampai lingkungan yang lebih luas maka tempat tersebut menjadi favorit bagi keberadaan organisme.

Menurut Adronafis (2008), sampah merupakan sesuatu yang tidak digunakan oleh manusia dan dibuang sebagai limbah, baik berasal dari pabrik maupun sisa rumah tangga tetapi merupakan salah satu tempat yang sangat disukai organisme. Fenomena di sekitar kita menunjukkan adanya berbagai jenis sampah yang dianggap mengganggu tetapi sesungguhnya keberadaan sampah sangat erat berhubungan dengan daur hidup organisme khususnya arthropoda tanah (Palgunadi, 2010). Berbagai jenis arthropoda mulai dari yang berukuran kecil sampai besar hampir dapat dijumpai dalam tumpukan sampah dan tanah yang ada di bawahnya (Borror *et al.*, 1981).

Sampah rumah tangga yang didominasi bahan organik sangat berperan dalam mensuplai kebutuhan arthropoda tanah, tetapi sampah rumah tangga yang berupa plastik, kaca dan bahan kimia mengganggu keberadaan arthropoda tanah (As-syukur, 2007). Tanah di bawah rumput dan tanaman singkong kaya bahan organik meskipun tidak beraneka ragam jenisnya. Tanah di bawah rumput biasanya stabil dan organismenya sudah mapan bertahun-tahun sedangkan tanah di bawah singkong setiap tahun dicangkul dan diolah sesuai keinginan petani. Tanah tersebut agak miskin unsur hara karena masukan yang berupa bahan organik relatif sedikit, semakin intensif maka pemupukan bahan kimia dan penggunaan herbisida semakin sering. Usaha tani yang seperti ini justru dari segi keragaman hayati sangat mengganggu dan lambat laun mengurangi tingkat keragaman arthropoda tanah (Heddy dan Kurniati, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman arthropoda tanah di bawah sampah, rumput dan tanaman singkong serta lingkungan yang cocok untuk hidup dan perkembangbiakan arthropoda tanah.

## **BAHAN DAN METODE**

Alat dan bahan yang digunakan cangkul, parang, pisau, kuas, botol kecil, plastik, nampan, alkohol 70% dan karet gelang.

Penelitian dilakukan dengan metode survei, yaitu mengambil 3 lokasi di Desa Labuhan Ratu, Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung pada bulan Februari -

Maret 2010. Setiap tempat yaitu tanah di bawah sampah, rumput dan tanaman singkong diambil 3 sampel masing-masing berukuran 1 m x 1 m digali sedalam 30 cm. Tanah yang berada di bawah sampah diukur kemudian sampah ditarik diletakkan di sekitar tanah yang menjadi sampel. Tanah yang di bawah rumput dan tanaman singkong setelah diukur singkong dan rumput dicabut sampai bersih.. Tanah dicangkul perlahan-lahan sambil mengumpulkan hewan yang dijumpai kemudian diambil dan dimasukkan dalam plastik dan diikat dengan karet. Selanjutnya organisme dipisah berdasarkan ukuran dan jenisnya, kemudian dimasukkan dalam botol yang berisi alkohol 70%. Organisme tersebut diidentifikasi dengan menggunakan kunci determinasi Borror dan Delong.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Arthropoda yang ditemukan sangat berlimpah jumlahnya yaitu semut merah atau semut api (*Solenopsis invicta*) dan semut hitam (*Tapinoma sessile*). Jumlahnya sangat banyak dijumpai mulai saat penyisihan sampah sampai kedalaman 20 cm. Kedua jenis semut membuat sarang di bawah sampah dan berkoloni sangat banyak. Semut merah dianggap sangat mengganggu pekerja kebersihan karena gigitannya sangat menyakitkan dan beracun (kulit yang sensitif menjadi bantol-bantol). Semut hitam relatif lincah dan berjalan cepat, semut ini membuat koloni di sela-sela batu dengan jumlah yang sangat banyak (Kalshoven, 1981).

Tabel 1. Keragaman artropoda dalam tanah

<b>ARTHROPODA</b>	<b>SAMPAH</b>	<b>RUMPUT</b>	<b>SINGKONG</b>
Semut merah ( <i>Solenopsis</i> )	sangat banyak	cukup banyak	cukup banyak
Semut hitam ( <i>Tapinoma sessile</i> ).	sangat banyak	banyak	banyak
Rayap ( <i>Macrotermes</i> sp.)	banyak	tidak ada	tidak ada
Kecoa ( <i>Periplaneta</i> sp.)	sedikit	tidak ada	tidak ada
Jengkerik ( <i>Teleogr Gryllus</i> )	sedikit	tidak ada	tidak ada
Colembola	ada	tidak ada	tidak ada
Larva lalat	banyak	tidak ada	tidak ada
Lipan ( <i>Mastigoproctus</i> )	ada	tidak ada	ada
Kaki seribu ( <i>Narceus</i> sp.)	ada	tidak ada	tidak ada

Rayap yang ditemukan dari jenis *Macrotermes* sp. jumlahnya relatif banyak dan berkoloni pada kayu yang mulai lapuk. Lingkungan yang lembab dan adanya material kayu yang lapuk sangat menentukan keberadaan rayap ini, tempat sampah yang bahan organiknya sedikit juga hanya dijumpai sedikit rayap, sebaliknya kayu atau ranting yang lembab dan mudah lapuk merupakan tempat berkoloni yang sangat disukai (Yusuf, 2006). Kasta rayap yang ditemukan di bawah sampah sampai kedalaman 30 cm kebanyakan kasta pekerja disusul prajurit. Pada penelitian ini tidak dijumpai laron dan kasta reproduktif (ratu).

Kecoa atau lipas yang ditemukan kebanyakan diantara sampah sedangkan di bawah sampah berada diantara serasah dan batu-batuan, jumlahnya pun hanya sedikit 1- 2 ekor dari jenis *Periplaneta* sp. Jangkerik di bawah sampah ada tetapi sangat sedikit hanya dijumpai 1 ekor dari spesies *Teleogr Gryllus mitratus*. Arthropoda yang ditemukan dan berukuran relatif kecil adalah ordo Colembola, hewan ini jumlahnya relatif banyak tetapi kebanyakan ditemukan di bawah tumpukan sampah sedangkan di dalam tanah jarang ditemukan. Larva lalat juga banyak ditemukan diantara sampah sampai di bawah sampah, hanya beberapa ekor yang masuk kedalam tanah sedalam kurang dari 5 cm. Larva lalat ini ada 2 jenis yaitu lalat rumah *Musca domestica* dan lalat bangkai *Chrysomya*

*megacephala* (Hadi dan Koesharto, 2006). Lipan yang dijumpai di dalam tanah di bawah tempat sampah hanya sedikit yaitu dari ordo Urogypi spesies *Mastigoproctus giganteus* dan juga ditemukan tetapi jumlahnya hanya satu ekor adalah kaki seribu (*Narceus* sp.).

Tanah di bawah rumput dan tanaman singkong relatif miskin Arthropoda, di kedua tempat tersebut hanya dijumpai beberapa jenis organisme yaitu semut merah atau semut api (*Solenopsis invicta*), semut hitam (*Tapinoma sessile*) jumlahnya cukup banyak, sedangkan lipan (*Mastigoproctus giganteus*) hanya dijumpai dalam tanah di bawah singkong jumlahnya pun hanya satu ekor. Tidak semua tanah di bawah tanaman singkong dijumpai lipan hanya satu sampel yang ditemukan lipan.

Tanah di bawah sampah terdapat arthropoda yang berlimpah baik jenis maupun jumlahnya karena tanah tersebut cocok untuk hidup dan berkembang biak berbagai jenis organisme. Persediaan bahan organik melimpah mulai dari jenis daun, ranting, kayu tanaman, sampah rumah tangga seperti sisa nasi dan lauk pauk. Tanah di bawah sampah juga cocok untuk berlindung dan berkembang biak bagi arthropoda karena tempat dan lingkungan mikronya yang lembab sehingga mendukung keberadaan organisme. Dari berbagai faktor yang paling berpengaruh terhadap keberadaan makhluk hidup adalah lingkungan yang cocok dan ketersediaan bahan pakan yang melimpah.

Tanah di bawah rumput dan tanaman singkong relatif miskin bahan organik yaitu hanya satu atau dua jenis bahan organik. Tanah di bawah rumput hanya terdapat bahan organik yang berasal dari rumput dan sangat sedikit tambahan dari tanaman lain demikian pula tanah di bawah singkong. Tanaman singkong relatif rakus unsur hara sehingga tanah menjadi miskin dan kurang mendukung kehidupan arthropoda. Hanya jenis arthropoda tertentu saja yang dapat eksis di tanah tersebut misalnya semut dan beberapa jenis hama akar singkong.

Kurangnya keragaman arthropoda juga disebabkan adanya aplikasi herbisida yang cukup intensif, petani singkong untuk menekan pertumbuhan rumput lebih memilih menggunakan herbisida dibandingkan dengan mengorek tanah.

## KESIMPULAN

1. Tanah di bawah sampah paling tinggi keragamannya kemudian diikuti tanah di bawah singkong dan tanah di bawah rumput. Arthropoda yang ditemukan di bawah sampah yaitu semut merah, semut hitam, rayap, kecoa, jangkerik, colembola, larva lalat, lipan dan kaki seribu
2. Lingkungan yang cocok dan ketersediaan pakan (bahan organik) yang melimpah mendukung kehidupan arthropoda di bawah sampah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adronafis, H. 2008. Sampah dan Pengelolaannya. Wikimu. <http://www.sampah/> . Diakses 2 Mei 2010.
- As-syukur, A.R. 2007. Potensi Sampah Kota sebagai Sumber Bahan Organik. Science Ilmu Tanah. <http://www.sampah/>. Diakses 20 Maret 2010
- Borror, D.J., De Long, D.M. and C.A. Triplehorn. 1981. *Introduction to the study of insect*. Philadelphia.
- Heddy. S. dan M. Kurniati. 1996. Prinsip-prinsip Dasar Ekologi. PT. Raja Grafindo Persada Jakarta. .
- Hadi, U.K. dan F.X. Koesharto. 2006. Lalat Hama Permukiman Indonesia. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Palgunadi, J. 2010. Biomas dan Sampah Organik Tumbuhan Hijau yang Mulai Dilirik Industri. Kompasiana. <http://www.sampahorganik/>. Diakses 15 Juli 2010.
- Kalshoven. L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. PT. Ichtiar Baru – Van Hoeve. Jakarta.
- Yusuf, S. 2006. Rayap dan Serangga Perusak Kayu Lainnya IPB. Bogor.

# **THE MACROARTHROPOD DIVERSITIES IN SEVERAL LAND SYSTEM AND DRYLAND AGROCLIMATIC ZONE IN LOMBOK ISLAND**

Tarningsih Handayani<sup>1</sup>, Eko Handayanto<sup>2</sup>, Suwardji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Center and Development of Tropical Semi Arid Land - University of Mataram

<sup>2</sup> Soil Science Departement - Faculty of Agriculture - Brawijaya University Malang

## **ABSTRACT**

Macroarthropod diversities play the key role in terrestrial ecosystem dynamic, mainly as litter transformer on organic matter decomposition. This research aims to establish the diversity of macroarthropod in several land system and agroclimatic zone, to examine the different land system's impact in different agroclimatic zone toward the macroarthropod diversity and to investigate the influence of litter fall quality and litter fall and standing litter quantity toward the macroarthropod diversity. The sample of macroarthropod was taken using the pitfall trap method from the agroforestry land of Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) 7 years in age, the agroforestry of Nimba (*Azadirachta indica* Juzz) 8 years in age and the mix of Sengon and Nimba 10 years in age that are in the SUN land system and agroclimatic zone E4 and the agroforestry land Sonokeling (*Dalbergia latifolia* Roxb) 12 years in age (B) that is in the BJN land system and agroclimatic zone C3. The result of the study shows that there were differences of macroarthropod abundance among each habitat. The dominant macroarthropods are from the families of Formicidae (ant), Blattidae (cockroach), and Isotomidae (collembola) with the dominance of Formicidae is the highest. Wetter and humid habitat tend to show the better macroarthropod diversities condition.

Key words : diversities, macroarthropod, land system, agroclimatic zone

## **INTRODUCTION**

Diversities and abundance of soil macroarthropod largely depend on biophysical condition. Soil faunal communities differ markedly in their taxonomic and functional diversity. These latter may vary from broad latitudinal gradient of temperature, to regional mosaics of different soils, vegetation and land use and down to a single profile (Petersen and Luxton, 1982 in Lavelle and Spain, 2001). As heterotrophic organism, soil macrofauna require organic matter as their source of energy. As plant residues with different chemical compositions vary in



their palatability for the soil fauna and their effect on soil microclimate, they are expected to have differential effects on soil fauna populations (Tian *et al.*, 1992). Several studies shows that organic matter availability and land cover vegetation are very important in enhancing the diversities of soil fauna (Butterfield, 1999; Maftuah, 2002; Schroth *et al.*, 2001; Sugiyarto, 2002).

Dryland ecosystem is considered to have low species diversities because of the harsh environmental condition that limit the number of organism able to survive. It means that only the organism with certain physiological abilities can survive because the low of primary production limits the energy availability at higher trophic level (Ayal *et al.*, 1999). Arthropod as one of the biotic component in dryland ecosystem deserves serious attention because they contribute the most species of any taxa in the uplands and are critical in upland food chains (Dennis, 2003). Studies on macroarthropod diversities in dryland area are scarce and hence it is necessary to conduct a study in that area to answer the following questions : (1) How is the impact of the difference in the land system of Lombok island dry land on macroarthropod diversity?, (2) How is the impact of the difference in the dry land agroclimate zone of Lombok island on macroarthropod diversity?, and How is the impact of the quality of litter fall (C/N ratio, Lignin [%], Poliphenol [%] and the quantity of the litter and standing litter on macroarthropod diversity?

## **MATERIALS AND METHODS**

### **1. Study Site**

The study is conducted in two locations. The location A consisting of 7 years-old Sengon (*Paraserianthes falcataria* [L] Nielsen) agroforestry land (A1), 8 years-old Nimba (*Azadirachta indica* Juzz) agroforestry land (A2) and combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry land (A3) that is situated in SUN land system and agroclimate zone E4. The land is in the region of Sekaroh Conservation Forest Group (Gawah Sekaroh) that belongs to Forest Management Unit IV (Forestry and Land Conservation Agency of Lombok Timur District, 1998) and to the agroforestry development area of JIFPRO (Japan International Forest Programme Research Organization). Administratively, the location belongs

to the territory of Pemongkong village of Jerowaru subdistrict of Lombok Timur district of Nusa Tenggara Barat province. The location B is 12 years-old Sonokeling (*Dalbergia latifolia* Rxb) agroforestry land (B). It is in BJN land system and agroclimate C3 and belongs to Gerhan Batu Kemalik I forest area in Batu Kemalik village of Penimbung subdistrict of Lombok Barat district of Nusa Tenggara Barat province (see Table 6).

## 2. Sampling

Macroarthropods, soil and litters (i.e., litter fall and standing litter) sampling began in July-August 2006. It was conducted once a week for six weeks. The macroarthropod sample was drawn using pitfall trap method.

## 3. Study Implementation

A series of activities during the study include: (1) in-field observation and qualitative observation of environmental condition, (2) land specimen collection for initial data, (3) the experiment of macroarthropoda collection using pitfall trap method in the predetermined location, (4) the in-field implementation of the study, (5) the identification of the macroarthropod sample in laboratory up to family level and litter analysis in laboratory, and (6) data analysis.

## 4. Data Analysis

Based on the identification and quantification results, a calculation of the followings is made:

1. Macroarthropoda abundance (i.e., the total number of family/pitfall trap),
2. Macroarthropoda diversity with the formula of Shannon-Wiener Diversity

Index as follow:

$$H' = \sum_{i=1}^{sn} p_i \ln p_i$$

Where  $H'$  = Shannon-Wiener Diversity index  
 $p_i$  = Species density proportion between the 1<sup>st</sup> number ( $n_i$ ) of special individuals to the total number of species individuals (N) that  $p_i = n_i/N$

3. The correlation and the regression of the abundance of the macroarthropoda and the quality of the litter fall (C, N, C/N, Polyphenol and Lignin), the quantity of the litter (i.e., litter fall and standing litter) and the land condition with Minitab program package of version 13.

## RESULT AND DISSCUSION

The detailed results of the in-field observation and the qualitative observation of the environmental condition are presented in the Table 1. It is clearly observed in the Table 1 that the differences are found in: (1) the vegetation condition and the microclimate and (2) the environmental (land) condition.

Table 1. The results of the in-field observation and the qualitative observation of the environmental condition

No.	Parameter Observation	Location A1	Location A2	Location A3	Location B
1.	Vegetation: - The kind of vegetation  - The condition of vegetation	Sengon and shrubs  Experiencing leave fall	Sengon, Nimba and shrubs Rather green	Sengon, Nimba and shrubs Experiencing rather green leave fall	Sonokeling and single season plants Green leave
2.	The Quality of Land Cover: - The land cover of wild shrubs and plants  - The land cover of trees	40.50%  40-50%	70-80%  50-60%	70-80%  70-80%	Little  90%
3.	Microclimate - Land temperature*  - Air temperature*	29-30 °C  28-29 °C	27-28 °C  26-27 °C	27-28 °C  26-27 °C	26-27 °C  25-26 °C
4.	Land Condition: - Land humidity  - The number of litter (qualitative)	Rather dry  Abundant	Humid  Abundant	Humid  Abundant	Humid-wet  Little

Description: A1 = 7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 =10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 old Sonokeling agroforestry, \* = measured at 09:00-13:00 Central Indonesian Time Zone

### 1. The Vegetation Condition and the Microclimate

The data contained in Table 1 indicates that the character and the composition of the vegetation growing in all parts of the location A result in the

hotter microclimate (soil and air temperature) and soil moisture that less humid than the location B that is situated in the agroclimate zone C3, so that plants do not experience falling leaf phase in dry season. Thus, it can be predicted that the percentage of the canopy coverage level will not significantly change as compared to all parts of the location A situated in the extremely dry agroclimatic zone of E4 and has erratic distribution of rainfall. Additionally, the elevation of an area also influences soil temperature. Generally, the soil temperature will decrease with the increase of elevation.

## 2. The Environmental (Soil) Condition

The environmental (soil) condition measured includes soil temperature and humidity. The results of temperature and water content measurement in each of the locations are presented in Table 2 and Table 3.

**Table 2.** Average soil temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) in each location of the study

Week	Location A1	Location A2	Location A3	Location B
1	34.00	29.33	27.00	22.5
2	26.83	27.67	26.17	23.83
3	25.33	29.67	28.33	24.66
4	28.00	29.83	28.33	23.83
5	26.83	29.83	27.67	23.67
6	28.17	30.00	27.67	24.00

Description: A1 = 7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 = 10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 old Sonokeling agroforestry, \* = measured at 09:00-13:00 Central Indonesian Time Zone

It is clearly observed in the Table 2 that the soil temperature range in the 7 years-old Sengon agroforestry was the highest, which is 25-34  $^{\circ}\text{C}$  with the land relative water content of 5.77-7.72%. The lowest soil temperature was found in the 12 years-old Sonokeling agroforestry location, which is 22.5-24  $^{\circ}\text{C}$  with the average soil water content range of 5.04-17.29% (Table 3). It indicates that the higher the soil temperature range, the more water lost through evaporation, subsequently it causes the decrease in the soil water content. The low level of the canopy coverage of the stands in the 7 years-old Sengon agroforestry as compared

to the 12 years-old Sonokeling agroforestry is expected to cause the increase in air temperature (Table 1) that is followed by the decrease in the soil water content. Additionally, the presence of the various under storey vegetation in all parts of the locations A and B (Table 1) gives different impact to the quantity of the litter on the soil surface. Subsequently, the litter will also influence the microclimate condition (i.e., soil temperature and moisture).

### 3. Soil Physical Properties

The difference in stand varieties and age and also the quantity of the litter will influence the soil physical and chemical properties. The quantitative measurement of the soil physical and chemical properties can be clearly observed in Table 4 and Table 5.

**Table 3.** Average soil moisture (%) in each location of the study

Week	Location A1	Location A2	Location A3	Location B
1	7.72	9.76	7.49	9.08
2	6.54	9.07	4.63	8.36
3	5.77	7.66	8.25	14.22
4	7.54	9.24	8.06	17.29
5	7.56	8.62	6.89	12.23
6	6.52	6.96	7.05	5.04

Description: A1 = 7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 = 10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 old Sonokeling agroforestry.

**Table 4.** The soil physical properties in each location of the study

Location	Bulk density (g/cm <sup>2</sup> )	DMR Aggregate Stability (mm)	Porosity (%)	Water Availability (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture Class
A1	0.97	3.85	68.64	11.57	36.0	32.7	31.3	Clay
A2	0.98	5.48	67.96	13.28	28.7	34.5	26.8	Clay
A3	1.01	5.89	41.56	17.66	28.3	35.8	35.9	Clay
B	1.00	2.52	70.57	70.57	79.2	11.0	10.1	Clayed sand

Description: A1= 7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 = 10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 old Sonokeling agroforestry.

The Table 4 indicates that the locations A and B have different soil physical characteristics. The difference will in turn influence the water availability, chemical reaction and biological activities. Considering the aggregate stability aspect expressed in DMR, the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry location give the highest DMR which is 5.89. It is related to the soil texture condition, especially the high percentage of clay fraction, which is 35.9%. On the contrary, the lowest aggregate stability (2.53) was found in the 12 years-old Sonokeling agroforestry location. It results from the soil texture that is dominated by sand fraction, which is 79.2% which means that soil is more porous with the porosity of 70.57%. Subsequently, the soil pores distribution will influence the water distribution in the soil. The result of the measurement of the water availability indicates that the highest water availability was found in the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry location, which is 17.66%. Though the 12 years-old Sonokeling agroforestry has the highest porosity (70.75%), it has the lowest water availability, which is 8.60%.

#### 4. The Soil Chemical Properties

The measurement of some soil chemical properties in the location of the study are presented in Table 5.

**Table 5.** Soil chemical properties in the location of the study

Location	pH H <sub>2</sub> O and KCl	C <sub>organik</sub>	N <sub>total</sub>	C/N
A1	6.67	1.67	0.15	10.95
A2	6.24	1.63	0.14	9.30
A3	6.00	1.60	0.18	8.89
B	6.23	1.52	0.15	9.11

Description: A1= 7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 =10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 old Sonokeling agroforestry.

The pH value of the location A (A1 and A2) was a little bit higher than that of the location B, while the lowest pH value was found in the combined 10 years-old Sengon and Nimbra agroforestry location. Those because geologically the A location made from up-lifting of land above sea level which parent material

mainly from calcification deposit of sea biota in the extremely dry climate (one and a half month to two wet months annually) hence the dissolved base cations (Ca, Mg and Na) is still high (Bapedalda Prop. NTB, 2004). The data contained in Table 5 is also indicative of the tendency of the decrease in soil pH value and it is related to the continuity of the organic material input from two sources, which are Sengon and Nimba stands. The decomposition of the organic materials will release many functional clusters (e.g., hydroxy phenolic, ketone, hydroxy alcoholic and carboxyl) that are able to bind the dissolved ions such as  $\text{Ca}^{2++}$  and  $\text{Mg}^{2++}$  that decrease the land pH. The measurement of the  $\text{C}_{\text{organic}}$  content gives the value below 2%. It means that the land is classified into infertile soil (Young, 1989 in Hairiah *et.al.*, 2000).

The  $\text{C}_{\text{organic}}$  content of the soil decreases with the age of the agroforestry. It indicates that the organic materials in the 7 years-old Sengon agroforestry land are abundantly accumulated on the soil surface and have not been further decomposed. Meanwhile, most of the organic materials in the 8 years-old Nimba agroforestry land have been further decomposed. The lowest  $\text{C}_{\text{organic}}$  is found below the stands of the 12 years-old Sonokeling agroforestry, which is 1.5%. It is probably caused by a huge quantity of the organic materials that have shifted to deeper soil layers because of the more porous soil texture (clayed sand) (Table 4) with the percentage of the sand fraction of 79.2% (Table 5) in addition to the existing agriculture practice by local farmers with minimum land processing (i.e., weed clearing and soil loosening).

The data in Table 5 also indicates that the highest  $\text{N}_{\text{total}}$  of the soil was found in the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry location. Probably, it results from the further decomposition of organic materials in that location. Also, most of the N resulting from the decomposition was used by the growing plants in the 7 years-old Sengon agroforestry and the 8 years-old Nimba agroforestry location. Additionally, the soil microorganism use a huge amounts of the N for its survival (Fisher and Binkley, 2000).

## 5. Land System Description

Detailed description of the land system in each of the locations of the study is presented Table 6.

**Table 6.** The description of the land system in the locations of the study

No.	Land System	Description	
		A	B
1.	Land type	Dissected coralline terrace in arid area	Moderately sloping old lahar in dry areas
2.	Land region	Sediment, limestone, hilly plain	Igneous, other sediment
3.	Lithology	Sedimentary	Volcanic
4.	Mineralogy	Calcareous	Intermediate
5.	Rock type	Coral	Alluvium, recent volcanic, colluviums, alluvium (fan deposits)
6.	Rock outcrop	20%	5%
7.	Mean annual rain	400-1000 mm	400-2500 mm
8.	Wet months	0-1 month	3-9 months
9.	Dry months	8-10 months	0-7 months
10.	Mean temperature	Min.: 22 °C, Max.: 31 °C	Min.: 21-22 °C, Max.: 30-31 °C
11.	Vegetation/land use	Forest on calcareous rocks, bush	Mixed savanna forests, upland crops, undifferentiated, irrigated wetland rice, coconuts, settlement
12.	Soil great group	Inceptisols	Inceptisols
13.	Texture top/sub soil domination	Moderate coarse/medium	Coarse, medium, moderate fine
14.	Drainage	Good	Good
15.	Drainage pattern	Carstic	Parallel
16.	Slope steepness	16-25%	16-25%
17.	Terrain	Hilly	Rolling, hilly

## 6. Macroarthropods Abundance

The total abundance of the family macroarthropod in each locations of the study is presented in Table 7.



**Table 7.** The macroarthropods abundance in each locations of the study

No		Families		Locations			
				A1	A2	A3	B
1.	Aracneida	1.	Araneidae	1	-	1	-
		2.	Amaurobiidae	1	-	-	1
		3.	Dysderidae	1	1	1	-
		4.	Lycosidae	1	1	1	1
		5.	Lyniphilidae	1	1	1	-
		6.	Oxyopidae	1	-	-	1
		7.	Thomisidae	-	-	1	-
		8.	Salticidae	1	1	1	1
2.	Collembola	1.	Isotomidae	1	1	-	1
3.	Coleoptera	1.	Chrysomelidae	1	-	-	1
		2.	Cucujidae	-	1	-	1
		3.	Curculionidae	1	-	1	-
		4.	Cicindelidae	-	-	1	-
		5.	Demestidae	-	-	-	-
		6.	Scarabaeidae	1	1	-	-
		7.	Teenbrionidae	1	1	-	1
		8.	Trogossitidae	1	-	1	-
4.	Diplura	1.	Campoideidae	-	-	1	-
5.	Diptera	1.	Cecidoydae	1	-	-	-
6.	Hemiptera	1.	Berytidae	-	1	1	-
		2.	Coreidae	-	1	-	-
7.	Homoptera	1.	Aleyrodidae	1	-	1	-
		2.	Cicadidae				
		3.	Cicadelidae				
8.	Hymenoptera	1.	Formicidae				
		2.	Sphecidae				
9.	Isoptera	1.	Rhinotermitidae				
10.	Neuroptera	1.	Mymeleontidae				
11.	Optilioes	1.	Phalangiidae				
12.	Ortoptera	1.	Tettigoniidae				
		2.	Gryllidae				
		3.	Blattidae				
13.	Scorpiones	1.	Buthidae				
14.	Thysanoptera	1.	Merothripidae				
15.	Trichoptera	1.	Lepisdostomatidae				
Family Total Number				23	18	17	9
Shannon-Wiener Diversity Index				0.29	0.14	0.30	0.34

Description: A1 =7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 =10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 years-old Sonokeling agroforestry

It can be clearly observed in the Table 7 that the highest total number of the macroarthropoda family was found in the 7 years-old Sengon agroforestry location (A1) which is 23 families. It is due to the microclimate was suitable for the activities of the macroarthropods. The smallest number is 9 families and they are found in the 12 years-old Sonokeling agroforestry location. Meanwhile, there

are 18 and 17 families of the macroarthropod were found in the 8 years-old Nimba agroforestry and combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry, respectively. The findings prove that there are some families of certain orders which are only found in certain location. The qualitative measurement of soil temperature (Table 2) gives the range of of 25-34 °C representing the highest temperature among the three other locations (location A2, A3 and B). It seems that most of the macroarthropods becomes more active when the soil temperature increases. Lal (1987) suggests that the soil temperature may play a less important role for the soil fauna, except for the surface dwelling species.

In addition to the microclimate, the quality of the litter fall and the quantity of the litter (i.e., litter fall and standing litter (ton/ha)) is expected to have influence on the macroarthropods abundance. The results of the analysis of the litter fall in the locations of the study are presented in Table 8.

Table 8. The average of litter fall quality in each locations of the study

Components	Units	A1	A2	A3	B
C <sub>organik</sub>	%	35.59	34.91	34.48	35.99
N <sub>total</sub>	%	2.13	1.72	2.21	1.74
C/N ratio	%	15.18	21.39	16.50	21.39
Potential (P)	%	4.41	9.68	8.59	8.10
Lignin (L)	%	21.59	32.28	27.02	25.77
Lignin/N		10.14	18.77	12.23	14.81
Polyphenol/N		2.07	5.63	3.89	4.66
L+P/N		12.21	24.40	16.11	19.47
Quality		Rather High	Very Low	Low	Low

Description: A1 =7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 =10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 years-old Sonokeling agroforestry, B = 12 years-old Sonokeling agroforestry, C = karbon, N = Nitrogen. Plant litter is classified into high quality when the C/N ratio <25, lignin contet <15% and polyphenol <3% (Palm and Sanchez, 1991).

The results of the correlation analysis between the macroarthropod diversities (population abundance) and the quality of the litter (C<sub>organik</sub>, N<sub>total</sub>, C/N ratio, Lignin and Polyphenol) indicate that there is a very significant correlation between the abundance of the macroarthropod population in the 7 years-old Sengon agroforestry location (A1) with its litter polyphenol content  $R^2(\text{adj}) = 0.78^{**}$ . The correlation between the abundance of the macroarthropod population

in the location A1 and its litter polyphenol content is calculated using the following functional equation: The macroarthropoda abundance in

$$A1 = -140 + 62.7 \text{ Polyphenol } R^2(\text{adj}) = 0.78^{**}$$

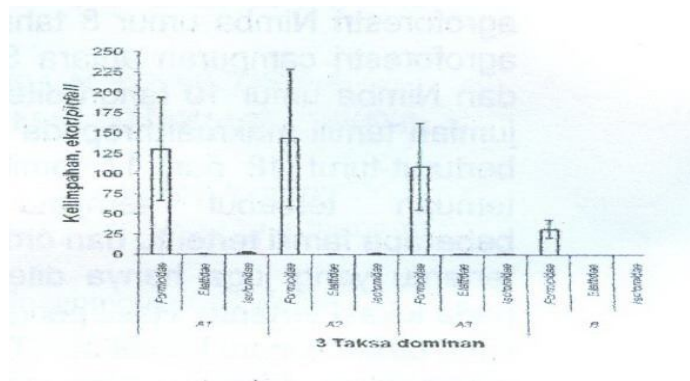
It shows that the litter polyphenol content plays an important role in determining the abundance of the macroarthropod population in the location A1. In spite of polyphenol can form a complex with protein that is more resistant to decomposing microorganism and also able to bind the enzyme of the decomposing organism, thus the higher litter polyphenol content indicates that the litter has not been decomposed. It seems that the highly significant correlation between the abundance of the macroarthropod population and the polyphenol in the location A1 results from the fact that the macroarthropods comes to find shelters.

Meanwhile, the results of the correlation analysis of the 8 years-old Nimba agroforestry location and the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry location are not indicative of a specific correlation with one of the variables neither the quality or the quantity of the measured litter. The results of the correlation analysis of the 12 years-old Sonokeling agroforestry location indicate that the macroarthropoda abundance is inversely correlated to the C/N ratio ( $r = -0.82^*$ ). It means that most of the macroarthropod found in the locations does not prefer the litter with the high C/N ratio. However, the abundance is positively correlated to the litter fall ( $r = 0.86^*$ ) and the standing litter ( $r = 0.88^*$ ). The results of the stepwise regression analysis of the three variables that are significantly correlated to the abundance of the macroarthropod population in the location B (C/N ratio, liter fall and standing litter) indicate that the standing litter is the variable that highly determines the abundance of the macroarthropod population in the location B as calculated using the following functional equation: The macroarthropoda abundance in B =  $15.3 + 1.4 \text{ standing litter } R^2(\text{adj}) = 0.72^*$ .

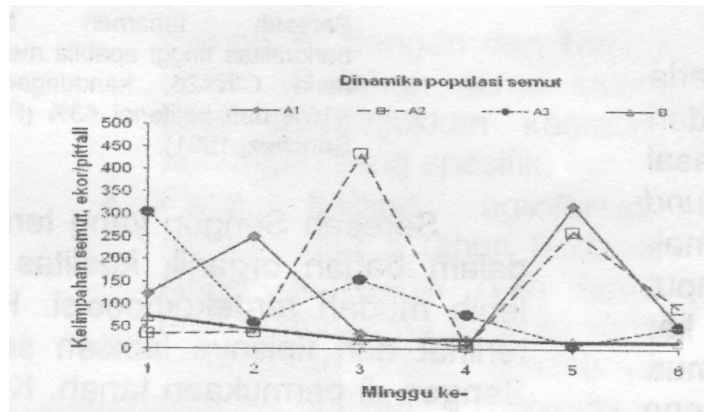
## **5. The Dominan Macroarthropod Composition**

The results of the calculation indicate that the dominan macroarthropod in each of the locations comes from the families Formicidae, Blattidae dan Isotomidae. It indicates that the three families represent the most important taxa in

the dry land ecosystem. However, the domination of ants in the location A (A1, A2 and A3) is expected to be correlated to the availability of food source, also the environmental condition, especially the change in soil temperature is also expected to be correlate dto the activites of the ants. The ants are classified into active macroarthropod group at high temperature. The proportion of the dominan macroarthropod families are presented in Figure 1 and the dynamics of the ants observed every week in each of the locations of the study as seen in Figure 2.



**Figure 1.** The proportion of the dominan macroarthropod families



**Figure 2.** The weekly observation of the dynamics of the ants in each of the location of the study

## 6. The Deversity of Macroarthropods

The diversity of the macroarthropod is determined by calculating the Shannon-Wiener Diversity Index ( $H'$ ). The lowest  $H'$  value (0.14) observed in the 8 years-old Nimba agroforestry location. It means that there is domination of certain taxa in those habitat. Meanwhile, the highest  $H'$  value (0.34) is found in the 12 years-old Sonokeling agroforestry location. In the 7 years-old Sengon agroforestry location, the  $H'$  value (0.29) with total macroarthropod families observed is 23, which is lower than that of the 12 years-old Sonokeling agroforestry location with the total number of 9 families ( $H'=0.34$ ). The same phenomenon is also found in the location A2 and A3. The  $H'$  value found in the 8 years-old Nimba agroforestry location (A2) is 0.14 with the total number of 18 families. The total number of the families is higher than that found in the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry location, which is 17 with the  $H'=0.30$ . The result of the calculation indicate that though the  $H'$  value is high means the diversity in the soil communities is high, but the Shannon-Wiener Diversity Index does not clearly show the high diversity wheter of the bigger number of the species (species richness) or the abundance of each of the species (eveness) (Kindt and Burn, 2003 in Dewi *et.al.*, 2007).

## 7. The Environmental Factor

The average soil temperature in all parts of the location A may generally be considered to be relative even. The average soil temperature in the 10 years-old Sonokeling agroforestry location is lower (2-3 °C) than that in all parts of the location A. In addition to the soil temperature, the environmental factor observed is soil humidity. It was found from the measurement using soil moisture content measurement approach that the soil humidity condition of the 12 years-old Sonokeling agroforestry location is higher than all other parts of the location A with the maximum soil moisture content of 17.22%. Meanwhile, the measured soil moisture content of all parts of the location A is in the range of 5-9%. The difference in the soil humidity results from the location B that is situated in the agroclimate zone C3 with longer wet months (5-6 months) so that the relative soil humidity is higher than the location A that is situated in the agroclimate zone E4

with the wet months of less than three months. Also the presence of the difference in the under storey vegetation is expected to influence the soil humidity.

## 8. The Organic Material Source

The organic material source of the locations of the study are from the litter fall in addition to ground cover vegetation of wild shrubs found in all parts of the location A and grass found in the location B. The dominant shrubs found in all parts of the location A are Jengis (*Cromalaena odorata*), Kentawong (*Blumea mollis*), Kosta (*Acacia sp*) and Duwi (*Acacia pernesiana*) (Surianingsun *et.al.*, 2007). The litter resulting from the stands and from all of the five wild shrubs represents the food source for the macroarthropods. The presence of the ground cover vegetation serves as food source and also shelter for the fauna against unfriendly environmental condition (Beare *et.al.*, 1997). The second source of the organic materials is the litter of main vegetation, consisting of Sengon, Nimba and Sonokeling that are collected by placing the litter trap under the stands of 1 x 2 m. The results of the measurement of the litter fall (the Lignin and Polyphenol content) are presented in Table 9.

Table 9. Average of Lignin and Polyphenol Content of the Litter Fall for 6 Weeks

No.	Locations	Average Lignin (%)	Average Polyphenol (%)	C/N Ratio	Quality
1.	A1	21.59	4.41	15.18	Rather high
2.	A2	32.28	9.68	21.39	Very low
3.	A3	27.02	8.59	16.50	Low
4.	A4	25.77	8.10	21.39	Low

Description: A1 =7 years-old Sengon agroforestry, A2 = 8 years-old Nimba agroforestry, A3 =10 years-old Sengon+Nimba agroforestry, B = 12 years-old Sonokeling agroforestry, B = 12 years-old Sonokeling agroforestry, C = karbon, N = Nitrogen. Plant litter is classified into high quality when the C/N ratio <25, lignin contet <15% and polyphenol<3% (Palm and Sanchez, 1991).

The litter of Sengon is classified into high quality organic materials and more easily decomposed. It is clearly observed in the thickness layer of the litter on the ground surface. The quality of the organic materials will determine their

decomposing rate in the ground. The low quality organic materials with the following criteria: C/N ratio > 25%, Lignin > 15% and Polyphenol > 3% (Palm and Sanches, 1991) will be slower decomposed. In addition to the quality of the organic materials, other determinant factor of the decomposing rate is decomposing organism activities (Swift *et. al.*, 1979; Tian, 1992).

## CONCLUSION AND RECOMMENDATION

### 1. Conclusion

- a. The biggest total number of the families was found in the 7 years-old Sengon agroforestry location, which is 23 families and the smallest one is found in the 12 years-old Sonokeling agroforestry location, which is 9 families. The dominant species in each of the location come from the families Formicidae (ants), Blattidae (cockroach) and Isotomidae (*Colembola*).
- b. The abundance of the macroarthropods in the 8 years-old Sengon agroforestry location was significantly correlated to the polyphenol content of the litter fall and the abundance of the macroarthropods in the 12 years-old Sonokeling agroforestry location is determined by the input of the organic materials of the standing litter. Meanwhile, the 8 years-old Nimba agroforestry location and the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry location do not indicate any specific correlation.
- c. There was the domination by certain family of the macroarthropoda in the habitat of the 8 years-old Nimba agroforestry as indicated by the low Shannon-Wiener Diversity Index value ( $H'$ ), which is 0.14. In other words, the better diversities of the macroarthropod are found respectively in the 12 years-old Sonokeling agroforestry ( $H' = 0.34$ ), in the combined 10 years-old Sengon and Nimba agroforestry ( $H' = 0.30$ ) and in the 7 years-old Sengon agroforestry location ( $H' = 0.29$ ).

## 2. Recommendation

- a. It is recommended to narrow the scale of the study from the land system scale to any land use of dry land.
- b. It is recommended to divide the time of the study into wet season and dry season.
- c. It is also recommended to determine the diversity of below ground macroarthropods.
- d. It is recommended to measure the percentage of the canopy coverage by the stands and the thickness of the ground surface litter.
- e. The study has not found out the role played by the soil macroarthropods yet in the decomposing process of the litter and the nutrient cycle in dry land area.

## REFERENCES

- Ayal Y., G.A. Polis, and Y. Lubin 1999. *Habitat Diversity and Arthropod Community in Deserts: The Productivity-Structure Hypothesis*. In Biodiversity in Drylands: Towards a Unified Framework and Identification of Research Needs. Abstract of presentations at the Public Conference at Zonenfeld Hall, Ben-Gurion University New Campus, June 27-28, 1999.
- Badan Pengendali Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda) Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). 2004. *Pengelolaan Hutan dan Lahan Kritis Pemongkong Kabupaten Lombok Timur. Pengalaman Belajar Bersama Masyarakat*. Bappeda NTB Press. Mataram.
- Beare M.H., V.M. Reddy, G. Tian, and S.C. Srivastava. 1997. *Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agroecosystem in the Tropics: The Role of Decomposer Biota*. In Soil Biodiversity, Agricultural Intensification and Agroecosystem Function. Swift M.J. Ed. Applied Soil Ecology 6 (1): 3-16.
- Butterfield J., 1999. Change in Decomposition Rates and Collembola Densities During the Forestry Cycle in Conifer Plantation, *Journal Applied Ecology*. 36: 92-100.
- Dennis P. 2003. Sensitivity of Upland Arthropod Diversity to Livestock Grazing, Vegetation Structure and Landform, *Food, Agriculture and Environment*. Vol 1(2): 301-307.
- Dewi W.S., K. Hairiah, B. Yahuwiyadi, dan D. Suprayogo. 2007. *Dampak Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian : Perubahan diversitas cacing tanah dan fungsinya dalam pembentukan pori makro*. Disertasi Program Doktor ilmu Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.



- Dinas Kehutanan dan Konservasi Tanah Kabupaten Lombok Timur Propinsi NTB. *Rencana Unit Pengelolaan Hutan Lindung Lima Tahunan*. 1998. Bagian Proyek Bantuan Pengelolaan Kawasan Hutan Lindung. Mataram.
- Fisher, R.F. and D. Binkley. 2000. *Ecology and Management of Forest Soils*. Third Edition. John Wiley and Sons. New York.
- Hairiah, K., Widiyanto, S.R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M.V. Noordwijk dan G. Cadisch. 2000. *Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi : Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara*. International Centre for Research in Agroforestry. Bogor.
- Lal, R.L. 1987. *Tropical Ecology and Physical Edaphology*. John Wiley and Sons. New York.
- Lavelle, P. and A.V. Spain. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Maftuah, E., E. Arisoelaningsih dan E. Handayanto. 2002. *Studi potensi Diversitas Makrofauna Sebagai Bioindikator Kualitas Tanah Berkapur Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Malang Selatan*. Tesis Magister, Program Studi Pengelolaan Tanah dan Air. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Palm, C.A. and P.A. Sanchez. 1991. *N Release from the Leaves of Some Tropical Legume as Affected by Lignin and Polyphenolic Contents*. *Soil Biology and Biochemistry* 23: 83-88.
- Schroth, G., J. Lehmann, M.R.L. Rodriguez, E. Barros, and J.L.V. Macedo. 2001. *Plant-Soil Interaction in Multistrata Agroforestry in the Humid Tropics, Agroforestry System*. 53: 85-102.
- Sugiyarto. 2002. *Keanekaragaman Makroinvertebrata Tanah dan Produktivitas Tanaman Sela Pada Sistem Agroforestry Berbasis Sengon*. Disertasi Program Doktor Ilmu- Ilmu Pertanian, kekhususan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Lingkungan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Surianingsun, I.B., Suwardji dan Mulyati. 2007. *Potensi Biomassa Tumbuhan Liar di Wilayah Sekaroh Lombok Timur Sebagai Sumber Bahan Organik*. Skripsi. Universitas Mataram. Mataram.
- Swift, M.J., O.W. Heal, and J.M. Anderson. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystem*. *Studies in Ecology* Vol. 5. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Tian, G. 1992. *Biological Effect of Plant Residues with Contrasting Chemical Composition on Plant and Soil Under Humid Tropical Condition*. Kluwer Academic Publ. London.

## **BIODIVERSITY OF SOIL FAUNA AT NATURAL PRESERVE AREA OF TELAGA WARNA, PUNCAK, BOGOR**

Rahayu Widyastuti, Dyah Tjahyandari Suryaningtyas and Megawati  
Departement of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture  
Bogor Agricultural University

### **ABSTRACT**

Soil biodiversity needs to be maintained and conserved as they provide essential ecological services toward the sustainable functioning of all ecosystems. Decline of soil organism diversity may decrease ecosystem processes. Telaga Warna as a tourism and wildlife preserve area contains a wide variety of flora and fauna. It is very important to maintain and sustain the variety of flora and fauna in Telaga Warna in order to conserve its belowground biodiversity. This study was conducted to study the abundance and diversity of soil fauna, including arthropods (insect, arachnids and spiders) and earthworms as respond to the ecosystem change from preserve to tourism area in Telaga Warna. As comparison, soil fauna were also taken from different location in Bogor, namely Situgede, Darmaga. The soil samples were taken from five randomized points of each location above, i.e. two different ecosystems in Telaga Warna (wildlife-preserve and natural-tourism area) and two ecosystems in Situgede (forest and home garden). Soil fauna were extracted using Berlese-funnel extractor, meanwhile the larger fauna were collected using hand sorting method. The ecosystem changes from wildlife preserve to tourism area have impacted to the decline of soil fauna population, although the diversity of soil fauna was slightly higher in tourisms area than in wildlife-preserve area. In Situgede, the diversity of soil fauna was reduced in the home garden, as compared to the forest, although their abundance was higher in home garden. The results indicated that the land use change in Telaga Warna and Situgede had to be properly managed, because it caused the decline in soil fauna population in Telaga Warna and in soil fauna diversity in Situgede, Darmaga.

*Keywords:* preserve area, tourism area, soil fauna, abundance, diversity

## INTRODUCTION

### Background

Biodiversity is variation among organisms present in different ecosystems, includes diversity within a species and among species, and comparative diversity among ecosystem. Distribution of biodiversity is not evenly on earth. It is consistently richer in the tropics. As one approaches polar region one finds fewer species.

Soil biodiversity reflects the variability among living organisms in the soil. These organisms interact with one another and with plants and small animal forming a web of biological activity. They include bacteria, fungi, protozoa, insect, worms, and other invertebrates. Their number, types, and population number are very abundant. For example, a few grams of soil under temperate grassland contain billions of bacteria, fungi, arachnids, and worms, and hundred of meters of plant roots (Ritz *et al.*, 2003).

We need to conserve and manage soil biodiversity because soil organisms provide essential ecological services toward the sustainable functioning of all ecosystems. These organisms play a very important role in organic matter decomposition, nutrient cycling, nutrient availability and uptake, soil physical properties, prevention of nutrient leaching, and maintain plant health through natural predation and parasitism of plant pathogens and pest. Besides their role in ecosystem function, soil organisms, especially fungi and microbes, are also potentially significant sources of pharmaceuticals and industrial chemicals. For example, a micro fungus (*Tolyocladium inflatum*) was able to produce the immuno-suppressant drug, cyclosporine (Okoth, 2006).

Soil biodiversity is dramatically reduced when forests are converted to agricultural land, and when agricultural land use is intensified. Decline of soil organisms diversity may decreased ecosystem processes like community respiration, productivity, decomposition (Naeem *et al.*, 1995) and reduce the “resilience” of the ecosystems, which then become more vulnerable to adverse climatic events, erosion, pests, diseases, and other threats (Okoth, 2006).

Telaga Warna as a tourism and wildlife preserve area contains a wide variety of flora and fauna. Some important vegetation are found in this area, such

as *Altingia excelsa*, *Schima walichii*, *Macaranga rhizoides* and *Caliandra* sp., meanwhile among other animals found in this area are *Sus scrofa* (forest pig), *Paradoxurus hermaphroditus* (fox), *Presbytis cristata*, *Hylobates moloch*, *Felis bengalensis* (forest cat) and *Macaca fascicularis* (long tail monkey). It is very important to maintain and sustain the variety of flora and fauna in Telaga Warna in order to conserve its belowground biodiversity. Sustainable management of belowground biodiversity will enhance the resilience and sustainability of ecosystems and help conserve soil genetic resources.

### **Objective and the Importance of the Research**

This study was aimed to study the abundance and diversity of soil fauna including arthropods (insects, arachnids and spiders) and earthworms as respond to the ecosystem change from wildlife-preserve to tourism area in Telaga Warna, Bogor. As comparison, this study also assessed the abundance and diversity of soil fauna in the different location, namely forest and home garden ecosystems in Situgede, Darmaga.

Up to now, little work has been done on soil fauna population and diversity in natural preserve area of Telaga Warna. Therefore, the data obtained from this study were expected to give a general overview about the potency of soil fauna diversity and their abundance in natural preserve area of Telaga Warna, which is up to now, such data are still not available. The information of soil fauna inventory is also expected to use as a consideration in managing and conserving the environment, improving ecosystem health and enhancing ecosystem

## **METHODOLOGY**

### **Study of Soil Fauna in Telaga Warna**

#### **1. Soil Sampling**

The soil samples were collected from location of wildlife-preserve and natural- tourism area in Telaga Warna and from forest and home garden ecosystem in Situgede, Darmaga. From each location, five sampling lines were

selected. The soil fauna were collected using a soil corer of 20 cm diameter to the depth of 0-15 cm (Meyer 1996) from three randomized points along 50 m of each sampling line, thus 15 soil samples were collected from each location. The soil samples took at 0, 30, 60, and 90 days.

## 2. Extraction of Soil Fauna

The soil fauna were extracted in a Berlese funnel extractor (Beck *et al.* 1998). A Berlese funnel is a device for collecting and extracting the active stages of small invertebrate animals from soil or litter (Figure 1).

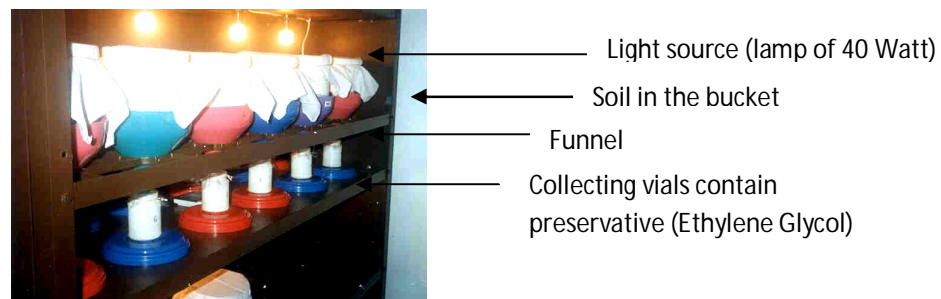


Figure 1: Berlese funnel extractor

The soil sample were put into a bucket of 20 cm diameter, which have a 2.0 mm screen at the bottom holding the soil samples but letting the animals pass through. The bucket was placed on top of the big plastic funnel. About 10 cm above the bucket, a small lamp of 40 watt was placed as a source of heat. The animals within the soil samples are forced to move downward to avoid the heat. They then fell into a collecting vial containing ethylene glycol as a preservative. The soil fauna were stored in alcohol (70%) and determined under a stereomicroscope.

### a. Calculation of animal abundances

The number of individuals (abundance or density) of the extracted animals is calculated as follows (Meyer 1996):

$$\frac{IS}{A} = I.cm^{-2}$$

IS mean number of individuals per sample

A surface area of the corer (cm<sup>2</sup>) \*)

I number of individuals

\*) Area of the corer = r<sup>2</sup>.π = (10 cm)<sup>2</sup> x 3.14= 314 cm<sup>2</sup>.

### b. Calculation of soil animal diversity

Diversity indices are calculated according to Shannon's diversity index (Ludwig and Reynolds 1988). The equation for the Shannon function is

$$H' = - \sum_{i=1}^s [(n_i/n) \ln (n_i/n)]$$

Where  $n_i$  is the number of individuals belonging to the  $i^{th}$  of S species (or animal groups) in the sample and  $n$  is the total number of individuals in the sample.

### c. Grouping and Identification

All samples are sorted and counted in the laboratory using a stereomicroscope. All animals are classified into taxonomic orders. Identification was based on Borror *et al.* (1989) and Chu (1949).

## 3. Statistical Analyses

To compare the mean value of the data of soil organisms (fauna and microbes) population and diversity, the data was analyzed using the Student's T-test. Before being analyzed, all soil organism data are log-transformed to obtain approximately homogenous variances.

## RESULTS AND DISCUSSION

### **Abundance and Diversity of Soil Fauna in Ecosystem of Wildlife-Preserve and Natural-Tourism Area**

The total soil fauna abundance determined using the Berlese-funnel and hand-sorting method was higher in wildlife-preserve area (1166 individual/m<sup>2</sup>) than that in natural-tourism area (796 individual/m<sup>2</sup>) (Table 1). The higher number of soil fauna in wildlife-preserve area (WPA) was probably due to the more litter abundance in this area, which litter was good nutrient sources for almost all types of soil animals. Likewise, more vegetation found in WPA can conserve the soil moisture and provide a good litter for soil animal living on it.

In wildlife-preserve area, soil animal abundance was dominated by Hymenoptera (335 individual/m<sup>2</sup>) and Acari (296 individual/m<sup>2</sup>), followed by Collembola (Springtails) (127 individual/m<sup>2</sup>) and Coleoptera (123 individual/m<sup>2</sup>), meanwhile in natural-tourism area (NTA), dominated soil animal abundance were almost similar with those in wildlife-preserve area, i.e. Hymenoptera (224 individual/m<sup>2</sup>), Acari (221 individual/m<sup>2</sup>), Collembola and Isoptera with the same numbers, i.e. 62 individual/m<sup>2</sup>.

Among mesofauna (small animals with body width ranging between 0.2 – 2 mm), Acari (mites) and Collembola were dominant animals. According to Lavelle and Spain (2001), Acari and Collembola are generally dominant among mesofauna, both numerically and in terms of biomass. Soil animal group of Hymenoptera, Coleoptera and Oligochaeta dominated macrofauna groups in WPA, meanwhile in NTA the dominant soil macrofauna were Hymenoptera, Isoptera and Oligochaeta.

In WPA, there were more taxa than in NTA. The WPA had 24 taxa, whereas in NTA 23 taxa were found (Table 1). Although the WPA contained the more taxa than NTA, the diversity, calculated according to Shannon's diversity index (Ludwig and Reynolds 1988) was slightly higher in NTA (2.17) than in WPA (2.10) (Table 1).

## **Population Dynamic of Soil Fauna in Ecosystem of Wildlife-Preserve and Natural-Tourism Area in Telaga Warna**

The dynamics of soil fauna in ecosystem of wildlife-preserve and natural-tourism area appeared to fluctuate following the seasonal changes. In WPA, during the rainy season the soil fauna population was low. In March their population was 468 individual/m<sup>2</sup>. In April and May when the rainfall started to decrease, the soil fauna population increased (1975 and 1378 individual/m<sup>2</sup>, respectively) and reached its peak in June (3055 individual/m<sup>2</sup>) (Figure 2). In NTA, the fluctuation of soil fauna population was almost similar with those in WPA, except the soil fauna population in June, where their number reduced. The soil fauna population was low in May (463 individual/m<sup>2</sup>), increased in April (950 individual/m<sup>2</sup>) and in May, the soil fauna population continued to increase up to 2378 individual/m<sup>2</sup>. In June, their number again reduced (945 individual/m<sup>2</sup>).



Table 1. Abundances (Individual/m<sup>2</sup>) of Soil Fauna in Two Different Ecosystem, Wildlife Preserve Area and Natural Tourism Area (soil depth 0-15 cm; averages over ten replications)

Taxa	Wildlife Preserve Area		Natural Tourism Area	
	Mean	SD	Mean	SD
Phyllum Arthropoda				
Subphyllum Chelicerata				
Class Arachnida				
Order Aranae	11 a	21	20 a	43
Order Acari	296 a	148	221 a	200
Order Palpigradi	1 a	4	1 a	4
Order Solifuge	5 a	1	-	-
Subphyllum Crustaceae				
Class Malacostraca				
Order Isopoda	3 a	5	1 a	4
Subphyllum Atelocerata				
Class Diplopoda	18 b	33	5 a	9
Class Chilopoda	5 a	13	5 a	16
Class Symphyla	26 a	47	19 a	
Class Hexapoda				
Order Protura	1 a	4	8 a	13
Order Diplura	20 a	44	9 a	15
Order Colembolla	127 b	136	62 a	69
Order Isoptera	0 a	0	62 a	197
Order Coleoptera ad.	22 a	16	26 a	19
Order Coleoptera la.	123 b	89	25 a	34
Order Diptera ad.	18 a	31	6 a	14
Order Diptera la.	28 a	52	11a	31
Order Hymenoptera	335 b	339	224 a	329
Order Psocoptera	16 a	30	10 a	22
Order Orthoptera	1 a	4	-	-
Order Hemiptera	11 a	11	8 a	21
Order Blattaria	1 a	4	1 a	4
Order Trichoptera	1 a	4	4 a	9
Order Lepidoptera la.	6 a	9	1 a	4
Order Dermaptera	1	4	-	-
Phyllum Annelida				
Class Oligochaeta	90 a	130	57 a	70
Class Enchytaeides	-	-	10	13
Number of individual/m <sup>2</sup>	1166 a	1216	796 a	1161
Shannon's Diversity Index (H')	2.10		2.17	

Notes: In a row, means followed by common letter are not significantly different at the level 5 % (student t-test on log- transformed animal data).

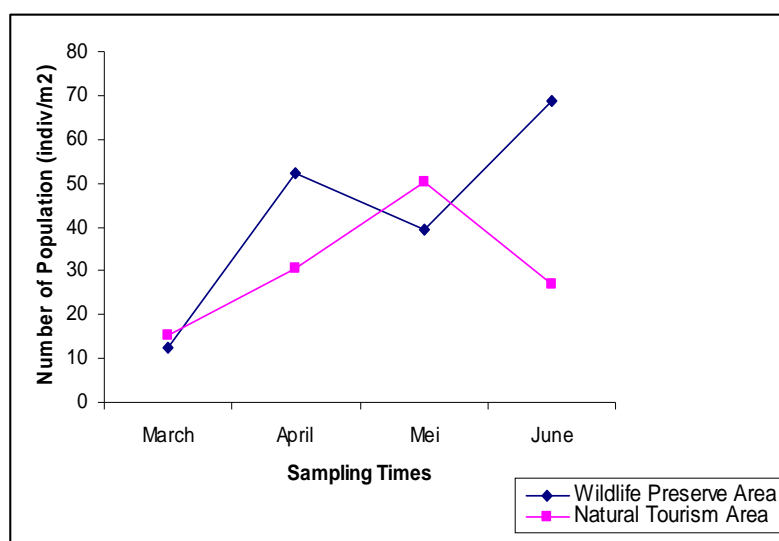


Figure 2. Patterns of Soil Fauna from Two Ecosystems; Wildlife-Preserve Area and Natural Tourism Area (averages over ten replication)

### 3. Abundance and Diversity of Soil Fauna in Ecosystem of Forest and Home Garden in Situgede, Darmaga

The total fauna abundance determined using the Berlese-funnel and hand-sorting method was higher in home garden (2293 individual/m<sup>2</sup>) than that in forest ecosystem (599 individual/m<sup>2</sup>) (Table 2). The higher number of soil animals in home garden was caused by dominancy of only two animals, i.e. ants (697 individual/m<sup>2</sup>) and termites (912 individual/m<sup>2</sup>) in that ecosystem. Thus, although soil fauna abundance was higher in home garden, their diversity was lower than in forest.

In forest ecosystem, soil animal abundance was dominated by Isoptera (185 individual/m<sup>2</sup>) and Hymenoptera (121 individual/m<sup>2</sup>), followed by Acari (84 individual/m<sup>2</sup>) and Collembola (41 individual/m<sup>2</sup>), meanwhile in home garden, dominated soil animal abundance were almost similar with those in forest ecosystem, i.e. Isoptera (912 individual/m<sup>2</sup>), Hymenoptera (697 individual/m<sup>2</sup>), Acari (253 individual/m<sup>2</sup>) and Collembola (194 individual/m<sup>2</sup>).

Table 2. Abundances (Individual/m<sup>2</sup>) of Soil Fauna in Two Different Ecosystem, Forest and Home Garden (soil depth 0-15 cm; averages over ten replications)

Taxa	Forest		Home Garden	
	Mean	SD	Mean	SD
Phylum Arthropoda				
Subphylum Chelicerata				
Class Arachnida				
Order Aranae	10	16	19	31
Order Acari	84	172	253	161
Order Palpigradi	-	-	2	4
Order Solifuge	2	4	-	-
Order	-	-	10	15
Pseudoscorpiones				
Subphylum Crustacea				
Class Malacostraca				
Order Isopoda	18	29	22	34
Subphylum Atelocerata				
Class Diplopoda	6	11	-	-
Class Chilopoda	13	15	13	17
Class Symphyla	2	4	67	55
Class Hexapoda				
Order Protura	2	4	2	4
Order Diplura	3	4	2	4
Order Colembolla	41	39	194	173
Order Isoptera	185	340	912	1098
Order Coleoptera ad.	27	37	24	36
Order Coleoptera la.	14	17	10	18
Order Diptera ad.	5	11	8	15
Order Diptera la.	33	58	8	15
Order Hymenoptera	121	142	697	1343
Order Psocoptera	2	4	6	11
Order Orthoptera	-	-	13	22
Order Hemiptera	2	4	-	-
Order Blattaria	2	4	3	4
Phylum Annelida				
Class Oligochaeta	27	37	27	45
Class Enchytaeides	-	-	2	4
Number of individual/m <sup>2</sup>	599	952	2293	3108
Shannon's Diversity Index (H')	2.15		1.66	

## CONCLUSIONS

The ecosystem changes from wildlife preserve to tourism area have impacted to the decline of soil fauna population, although the diversity of soil fauna was slightly higher in tourism area than in wildlife-preserve area.

Meanwhile, in Situgede, the diversity of soil fauna was reduced in the home garden, as compared to the forest, although their abundance was higher in home garden. The results indicated that the land use change in Telaga Warna and Situgede had to be properly managed, because it caused the decline in soil fauna population in Telaga Warna and in soil fauna diversity in Situgede, Darmaga.

## REFERENCES

- Beck, L., H. Höfer, C. Martius, M.B. Garcia, E. Franklin and J. Römbke. 1998. Soil Fauna and Litter Decomposition in Primary and Secondary Forests and A Polyculture System in Amazonia- study Design and Methodology. Proceeding of the Thirds of SHIFT-Workshop, Manaus, March 1998. BMBF, Bonn.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn and N.F. Johnson. 1989. An Introduction to The Study of Insects. Sixth Edition. Saunders College Publishing, New York-Toronto-London-Sydney-Tokyo
- Chu, H.F. 1949. How to Know the Immature Insects. The Pictured-Key Nature Series, USA
- Lavelle, P. and A. V. Spain. 2001. Soil Ecology , Dordrecht: Kluwer Academic Press
- Ludwig, A.J. and F. J. Reynolds. 1998. Statistical Ecology : A Primer on Methods and Computing. John Wiley and Sons, Inc., New York-Canada.
- Meyer, E. 1996. Endogeic Macrofauna. In: Schinner, F, R. Ohlinger, E. Kandeler, R. Margesin (Eds.). 1996. Methods in Soil Biology. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, NewYork.
- Naeem, S., L.J. Thompson, S.P. Lawler, J.H. Lawton and R.M. Woodfin. 1995. Empirical Evidence That Declining Species Diversity May Alter The Performance of Terrestrial Ecosystems. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. (347): 249-262
- Okoth, P. 2006. Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity. (CSM-BGBD). <http://www.bgbd.net>. (Accessed on July, 2006)
- Ritz, K., M. McHugh and J. Harris. 2003. Biological Diversity and Function in Soils: Contemporary Perspectives and Implications in Relation the Formulation of Effective Indicators. OECD Expert Meeting on Soil Erosion and Soil Biodiversity Indicator, Rome: March 2003.

# KEANEKARAGAMAN SPESIES SEMUT PADA DUA EKOSISTEM DATARAN TINGGI DI SUMATERA SELATAN

Syafrina Lamin

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya  
Jln Palembang Inderalaya Km 32 Inderalaya Ogan Ilir  
Kontak E-mail : [rinapps\\_unsri@yahoo.com](mailto:rinapps_unsri@yahoo.com)

## ABSTRACT

The pioneering role in the development pest control has rendered the Formicidae of great practical and scientific interest. The species found in the ecosystem in term of biodiversity can be recruited as bioindicator owing to their climatic and trophic characteristic. Two tipe of habitats were selected for the biodiversity study: crop area (coffee) and forest area (natural). The data obtained by pitfall trapping, hand picking during April 2010 showed that diversity, richness and evenness of formicidae and their role as bioindicator in this area. A total of 120 specimens of were artropoda up ground captured out of which 70 Formicidae representing 12 species. In crop are, a total of 47 spesimens were collected, in which 24 Formicidae. Similary 78 specimens were collected out a total of 99 individuals in the forest area. When diversity of both the areas was compared, it was concluded that the Formicidae was most diversity in the forest area than crop area

**Key word:** Biodiversity, Predaceus, Formicidae, Agro and Forest area

## PENDAHULUAN

Pagar Alam merupakan dataran tertinggi di Sumatera Selatan dengan keanekaragaman spesies baik flora maupun fauna yang tinggi. Hal ini disebabkan kondisi alamnya yang sangat eksotik. Potensi ini perlu diexplorasi dan dipublikasikan sehingga didapatkan data base yang merupakan sumber informasi untuk melakukan konservasi atau pengelolaan habitat. Data awal semut sangat perlu didapatkan karena manfaatnya sangat besar, salah satunya adalah untuk menjaga kestabilan suatu ekosistem

Data-data mengenai keanekaragaman semut di Indonesia sangat sedikit yang telah dipublikasikan, pada tahun 2001 telah dipublikasi dengan ditemukan

216 jenis semut di Kebun Raya Bogor (Herwina dan Nakamura, 2007) dan ditemukan 49 spesie semut di pulau seribu (Rijali *et al.*, 2009). Selanjutnya Phipott and Armbrrecht (2006) menemukan beberapa semut yang bersifat predator pada lahan agroforestry dan menurut Graham *et al.* (2004), pengurangan biodiversity semut karena kerusakan habitat. Semut juga dipakai sebagai bioindikator lahan bekas penambangan di Australia

Penelitian tentang semut akhir-akhir ini banyak menarik perhatian bagi peneliti di seluruh dunia. Semut dapat memberikan kontribusi yang penting bagi ekosistem. Secara langsung atau tak langsung memberikan pengaruh terhadap tanaman dan hewan lain dalam hal predasi, melindungi tanaman dari serangan hama, membantu penyebaran biji tanaman, penyerbukan, siklus mineral dan membuat aerasi tanah.

Potensi semut sebagai bioindikator kualitas suatu ekosistem tanah telah banyak dikembangkan di Australia, khususnya untuk menguji kualitas tanah bekas penambangan yang telah dibiarkan selama 10 tahun. Keberadaan semut pada suatu lahan sangat berkaitan dengan faktor manajemen lahan, variasi tanah (unsur hara, aerasi tanah) serta praktek penanaman dan pengolahan lahan secara intensif. Komunitas semut dalam suatu ekosistem yang telah rusak mempunyai keanekaragaman spesies yang rendah karena refleksi dari struktur dan kondisi habitat yang jelek yang dicirikan dengan sifat fisik kimia tanah berkurangnya nutrisi dan aerasi tanah, berkurangnya populasi mikroba tanah (Hill *et al.*, 2008)

Informasi mengenai keanekaragam spesies semut yang ditemukan di Indonesia serta fungsinya dalam ekosistem kebun kopi serta hutan dan ekosistem lainnya, belum banyak yang dipublikasikan. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies semut pada ekosistem perkebunan kopi dan hutan di gunung Dempo yang merupakan daratan tertinggi di Sumatera selatan, yang akan bermanfaat sebagai data base untuk pengembangan semut sesuai dengan fungsinya, pengolahan lahan-lahan yang miskin (tidak sehat).

## METODE PENELITIAN

### Deskripsi Area

Kota Pagar Alam secara Geografis berada pada posisi 4 °Lintang Selatan (LS) dan 103,15° Bujur Timur (BT) dengan luas wilayah 63.366 Ha (633.66 km<sup>2</sup>) dan terletak sekitar 298 km dari Palembang serta berjarak 60 km di sebelah barat daya dari ibukota Kabupaten Lahat. Sebagai atap Daerah Propinsi Sumatera Selatan, Kota Pagar Alam berada pada ketinggian 100 – 1000 m dpl ( meter di atas permukaan laut ) dari luas wilayah dataran tinggi di daerah ini berada dibawah kaki Gunung Dempo ± 3159 m. Suhu di Kota Pagar Alam berkisar antara 14 ° C sampai dengan 34°C. Curah hujan berkisar antara 2000 - 3000 mm dengan kelembaban udara berkisar antara 75 - 89 %



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel

### Lokasi Penelitian

Penelitian tentang keanekaragaman semut telah dilakukan pada lokasi di perkebunan kopi di desa Jarai Kecamatan Pagar Alam yang mewakili lanskap homogen dan sederhana dan daerah pinggiran hutan gunung Dempo yang mewakili lanskap heterogen dan kompleks pada bulan Mei 2010, kemudian

dilakukan identifikasi di laboratorium Taksonomi Hewan, FMIPA Universitas Sriwijaya.

### **Pengambilan Sampel**

Pada masing-masing lokasi pengambilan sample dengan lanskap yang berbeda (perkebunan kopi mewakili lanskap sederhana, monokultur) dan pinggiran hutan ( mewakili lanskap yang kompleks, polikultur), dibuat jalur pemasangan *pitfall trap* yaitu dimulai dari batas perkebunan teh sampai ke pinggiran hutan, demikian pula pada daerah perkebunan kopi, jalur transek dipasang pada area kopi dan area di sekeliling perkebunan kopi. Pada setiap lokasi sampling dipasang masing-masing sebanyak 20 *pitfall trap*. Perangkap dibiarkan selama 48 jam.

*Pitfall trap* dibuat dari gelas dengan volume 250 ml, diameter 8 cm dan tingginya 10 cm, gelas ini diisi dengan alkohol sekitar sepertiga tingginya dari gelas. Semut yang terperangkap dalam gelas diambil 48 jam setelah pemasangan *pitfall trap*. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium, dibersihkan dan dimasukkan ke dalam botol vial yang telah berisi alkohol 70%. Identifikasi spesies semut yang didapatkan dilakukan di laboratorium Taksonomi Hewan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya dengan menggunakan specimen semut yang telah ada di laboratorium taxonomi Hewan FMIPA UNSRI

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil koleksi dan identifikasi semut dari kebun kopi dan pinggiran hutan Dempo, Kecamatan Pagar Alam seperti pada Tabel 1. Ada perbedaan indeks keanekaragaman spesies antara yang ditemukan pada daerah pinggiran hutan dengan kebun kopi. Indeks keanekaragaman semut pada pinggir hutan gunung dempo tinggi yaitu sekitar 4,4 disebabkan daerah ini merupakan daerah dengan vegetasi yang masih kompleks. Kelimpahan, jumlah spesies dan indeks keanekaragaman lebih tinggi di daerah pinggir gunung Dempo dibandingkan di daerah perkebunan kopi (Tabel 1). Komposisi komunitas semut yang ditemukan



terdiri dari 6 Sub famili yang termasuk dalam famili Formicidae dan Myrmicidae. Spesies yang paling banyak ditemukan adalah dari Famili Formicidae (Tabel 2).

Keanekaragam, kelimpahan dan distribusi spesies semut tergantung pada kondisi mikrohabitat, suhu dan kemampuan adaptasi semut dalam mengexploitasi habitatnya (Amrmbresch, *et al.*, 2006; Philpott *et al.*, 2006). Berkurangnya keanekaragaman spesies semut pada agroforestry disebabkan habitatnya terganggu, pengolahan lahan secara intensif, pemakaian pupuk dan insektisida yang berlebihan. Pada groforestry coklat, terjadinya penurunan keanekaragaman spesies semut diikuti oleh ledakan populasi serangga hama dan penyakit tanaman tertentu (Harvey, 2007).

Pada daerah pinggiran bukit Dempo, keanekaragaman spesies semut lebih tinggi, karena kondisi mikro habitat memungkinkan spesies semut untuk berkembang biak. Pada lokasi ini juga dijumpai beberapa jenis semut yang membuat sarangnya di tanah, di pohon dan di serasah daun, dan kebanyakan berkelompok (agregat). Kondisi alami pinggiran bukit Dempo membuat semut dapat mengeksplorasi habitat dengan maksimal, sebagai tempat untuk mencari makan dan membuat sarang. Sesuai pendapat Harvey, (2007) dan Van Male (2008), suhu dan ketersediaan nutrisi akan mempengaruhi distribusi semut untuk mencari makan dan membuat sarang. Lahan yang masih heterogen menyediakan sumber makanan dan tempat yang cocok untuk membuat sarang.

Dominasi golongan sub famili Myrmycinae dan Formicinae pada kedua lokasi disebabkan kedua sub famili ini mempunyai kemampuan adaptasi untuk mengolah habitat. Disamping itu spesies dari kedua sub famili tersebut bersifat omnivora (generalis). Namun demikian, pada lokasi kebun jumlah spesies yang ditemukan lebih banyak. Dominasi spesies dalam suatu habitat memungkinkan spesies mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi. Spesies yang mendominasi area kebun kopi adalah spesies yang arboreal yang membuat sarang di pohon, dan kepadatan koloni yang tinggi.

**Tabel 1.** Komposisi dan Kelimpahan Semut pada masing-masing lokasi sampling

Takson	Lokasi	
	A ( Pinggir hutan)	B ( Kebun kopi)
<b>1. Myrmicinaea</b>		
Pheidolini		
<i>Pheidole sp 1</i>	24	
<i>Pheidole sp2</i>	16	25
<i>Pheidole sp3</i>	12	19
<i>Pheidole aberasus</i>	6	
<i>Pheidola sythesi</i>	28	
<i>Pheidola aberasus</i>	43	21
<i>Pheidole sp3</i>	24	10
<b>2. Formicidae</b>		
<i>Formica sp1</i>	44	-
<i>Formica sp2</i>		
<i>Formica rufa</i>	30	10
Formicinae		
<b>.Componotos</b>		
<i>Componotos sp1</i>	34	17
<b>Lasius</b>		
<i>Lasius fuliginosus</i>	16	12
<b>3. Pseudo myrmiechinae</b>		
<i>Pseudomyrmaeinae</i>	32	-
<i>Pogonomyxmea sp1</i>	-	27
<i>Tapinoma sessile</i>	24	
<b>4. Delicoderinae</b>		
-dellicoderini		
<i>Delicoderus butteli</i>	35	
<i>Delicoderus glebbr</i>		10
<i>Delicoderini furcifer</i>	26	
<b>5. Oecophyllinae</b>		
<i>Oecophyllum smaragdina</i>	19	14
<i>Oecophyllum fercifer</i>	10	
<b>6. Aenictinae</b>		
<i>Aenictinae aratus</i>	40	23
<i>Aenictina Sp1</i>	-	32
<i>Aenictina Sp2</i>	16	
<i>Tetraponera sp 1</i>	16	
Jumlah spesies	34	23
Kelimpahan	840	294
Indeks keanekaragaman	4,402	2,452

Pada lahan agroferostruy terjadi intensifikasi lahan sehingga menyebabkan perubahan mikrohabitat , suhu dan kelembaban yang mempengaruhi vegetasi dasar. Di hutan banyak ditemui serasah yang merupakan tempat bagi semut untuk membuat sarang dan mencari makan. Faktor suhu dan kelembaban juga mempengaruhi penyebaran semut. Ada hubungan antara pencahayaan dengan suhu

dan kelembaban (Van Male *et al.*, 2008). Adanya pencahayaan, suhu dan kelembaban akan mempengaruhi semut dalam mencari makan. Makin tinggi suhu semut mempunyai kesulitan untuk mencari makanan, menyebabkan distribusi semut makin tinggi, dan kondisi ini memungkinkan ada spesies khas yang mendominasi habitat ini, (Agosi *et al.*, 2000) melaporkan bahwa *Soleropsis invivta* merupakan semut yang banyak dijumpai pada daerah panas dan bersifat predator sehingga akan menurunkan populasi semut lainnya, akibatnya kelimpahan spesies asli dalam habitat akan berkurang, spesies asli tak dapat berkompetisi dengan spesies baru dan populasinya akan berkurang di alam. Hal ini dapat dilihat bahwa spesies yang ditemukan pada perkebunan kopi sedikit dibandingkan dengan di pinggiran gunung Dempo.

Tabel 2. Jumlah total dan persentase spesies jenis dan individu serta subfamili dari semut yang tertangkap pada dua lokasi yang berbeda

Sub famili	Genus		Spesies		individu	
	A	B	A	B	A	B
Myrmicinae	(27,78%) 5	2(20%)	9(26,47%)	5(21,74%)	159(24,85%)	96(32,65%)
Formicinae	(27,78%) 5	2(20%)	12(35,24%)	7(30,43%)	164(25,63%)	57(19,39%)
Aenictinae	(14,29%) 2	2(20%)	3(8,82%)	2(8,70%)	60(9,18%)	30(10,20)
Oecophyllinae	(14,29%) 2	1(10%)	3(8,82%)	2(8,70%)	68(10,63%)	41(39,25%)
Delicorinae	(14,29%) 2	2(20%)	5(14,71%)	4(17,3%)	72(11,25%)	47(15,93%)
Pseudomyrminae	(14,98%) 2	1(10%)	3(8,82%)	3(1,04%)	117(18,28%)	23( 7,82%)
Jumlah	18	10	34	23	840	294

Tidak ditemukan kesamaan spesies yang ditemukan pada dua lanskap yang berbeda (hanya 5 spesies yang ditemukan, Tabel 3) menandakan bahwa kedua lanskap ini berbeda kondisi dalam hal kondisi iklim mikro (suhu, kelembaban), kelimpahan populasi. Di lanskap yang terbuka dan homogen mungkin terjadi persaingan yang tinggi antar spesies baik dalam hal makanan, iklim mikro serba serbuan dari predator dan spesies inventor baru. Oleh sebab itu spesies tersebar untuk mencari sumber makanan dan membuat sarang dan koloni baru di tempat lain.

Tabel 3. Komposisi dan Kesamaan Komunitas Semut pada Dua Lanskap yang Berbeda

Kategori	Lokasi Sampling		total tertangkap	ditemukan		
	hutan	kebun		hutan	kebun	keduanya
Individu	640(68,52%)	294(22%)	934			
Spesies	34(85%)	23(57,50%)	40	11(27,5%)	7(17,5%)	5(55,56%)
Genus	18(85,71%)	10(47,62%)	21			
Subfamili	6(100%)	6(100%)	6			

Spesies yang generalis, akan ditemukan pada kedua lokasi, karena ada beberapa spesies yang bersifat omnivour dengan memakan bijian, membantu dalam proses penyerbukan. Habitat yang berbeda akan memberikan kemampuan yang berbeda bagi semut untuk mengeploitasi sumber makanan dan membuat sarang. Habitat yang sederhana dan terbuka menyediakan sumber makanan yang sedikit bagi semut dan faktor suhu dan kelembahan sangat mempengaruhi kehidupan semut.(Hill *et al.*,2008; Armbrecht *et al.*, 2004).

Makin tinggi tekanan lingkungan terhadap semut, spesies semut yang tak dapat beradaptasi akan punah atau pindah membuat sarang atau koloni baru di tempat lain. Adanya spesies yang eksotik (invetor baru) atau spesies predator memungkinkan terjadi pengurangan populasi dalam suatu habitat asli semut (Agosti, *et al.*, 2000).

Pada lahan tertutup dan heterogen ( pinggiran hutan gunung Dempo), spesies yang ditemukan dari berbagai jenis, jenis arboreal, tanah dan kayu tetapi di kebun kopi kebanyakn ditemukan spesies semut yang arboreal. Hal ini disebabkan habitat tempat mencari makan dan bersarang hanya dapat dilaksanakan di pohon karena sesuai dengan kehidupannya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang keanekaeagaman spesies semut pada dataran tinggi dengan lanskap perkebunan kopi dan hutan pada gunung Dempo, didapatlah hasil sebagai berikut:

Ditemukan komposisi semut terdiri dari 6 sub Famili, di pinggiran hutan 640 individu (18 genus dan 34 spesies) sedangkan semut yang ditemukan di kebun kopi (294 individu, 10 genus dan 23 spesies). Keanekaragaman spesies semut di pinggira hutan lebih tinggi (nilai  $H > 3$ ) dibandingkan dengan kebun kopi. Tidak ada kesamaan spesies di pinggiran hutan dengan kebun kopi

## DAFTAR PUSTAKA

- Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso, T.R. Schultz (editors). 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Armbrecht, J., I. Perfecto, and J. Vandermeer. 2004. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. *Science* 304:284-286
- Bruhl, C.A. and Elitz, T. Fulling the biodiversity crisis. Species loss of ground dwelling forest in the hill plantation in Sabah. *J. Biodiversity and Conservation* 19:515-529
- Graham, J.H., H. H. Hoyt and J. Susan. 2004. Habitat disturbance and the diversity and abundance of ants (Formicidae) in the Southeastern Fall-Line Sandhills. *Journal of Insect Science* 4:30-45
- Harvey, C.A., and J.A.G. Villalobos. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiv. Conserv.* 16: 2257–2292.
- Herwina, H. and K. Nakamura. 2007. Ant species diversity studied using pitfall trap in a small yard in Bogor Botanical garden West Java. *Treubia* 35:99-116
- Hill, J.C., R.S. Summerville, and R.C. Brown, 2008. Habitat associated of ant species (hymenoptera: Formicidae) heterogenous Mississippi landscape. *J. Environ. Entomol* 37 (2): 433-463
- Philpott and Armbrecht. 2006. Biodiversity in Tropical agroforestry and the ecological role of ant and diversity in predatory function. *J. Ecological Entomol* 31:369-377
- Rijali, A., D.J. Lohman, Damayanti and B. Presetyo, and H. Triwidodo, 2009. Ant Communities on small tropical island effect of island size and size and isolation are obscure by habitat, disturbance and tramp ant species. *J. Biogeogr* 4: 1-8.
- Van Mele, P. 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. *Agric. For. Entomol.* 10: 13–22.

# **POPULASI DAN KERAGAMAN MESOFAUNA TANAH PADA PERAKARAN JAGUNG DENGAN BERBAGAI UMUR DAN JARAK DARI PUSAT PERAKARAN**

**Ainin Niswati, Lety Hidayati, Sri Yusnaini, dan Mas Achmad Syamsul Arif**  
Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Sumantri  
Brojonegoro No. 1 Bandarlampung 35145, Telp. 0721781822, email:  
niswati@unila.ac.id

## **ABSTRACT**

A greenhouse experiment was conducted to study the effect of ages and distance from the centre of roots system on the population and diversity of mesofauna on the rhizosphere of Maize (*Zea mays* L.). The research was conducted by split plot design with the ages (2, 4, and 6 weeks) as a main plot and distance as a sub plots (0-10 cm, 10-20 cm, and >20 cm from the centre of roots system) with three replications. Special pots with the dimension of 60 cm x 60 cm x 30 cm were set up for separates the distance of roots system. Ultisols soils were used for this experiment and maize was planted until the vegetative stages. The results showed that the population of mesofauna were significantly affected by the stages and distance from the centre of roots systems of Maizes, however the population of mesofauna were not significantly affected by the interaction between stages and distance from the centre of roots systems of Maizes. The diversity of mesofauna were not significantly affected by the stages, distance from the centre of roots systems of Maizes and were not significantly affected by their interaction. The highest population were found in the 7 weeks age of maize. Among the distance, 0-10 cm from the center of root systems have more mesofauna than that of the others. Descriptively, Collembola dominated of mesofauna on the 7 weeks ages of maize with the distance of > 20 cm from the center of root systems. The population of mesofauna have correlated with soil temperature, soil pH, and soil organic carbon in the present study.

Keywords: Collembola, mesofauna, maize, root exudates, rhizosphere,

## **PENDAHULUAN**

Rizofir tanaman merupakan habitat berbagai organism tanah. Rizofir biasanya berada pada jarak beberapa millimeter hingga sentimeter dari akar (Singleton dan Bury, 1978). Di daerah rizofir kegiatan biologis tanah lebih

tinggi dibandingkan dengan daerah di luar rizosfir yang disebut sebagai efek rizosfir (Sylvia *et al.*, 1999).

Selain mikroorganisme yang dipengaruhi oleh rizosfir tanaman, mesoorganisme seperti mesofauna juga dipengaruhi oleh eksudat akar. Di dalam tanah, mesofauna berperan sebagai konsumen primer yang hidup di lapisan permukaan tanah (Adianto, 1983). Mesofauna juga berperan sebagai pengurai dan pemecah bahan organik tanah. Mesofauna tanah seperti Acarina dan Collembola mempunyai kebiasaan makan dengan mencabik sisa-sisa tanaman sampai halus sehingga mempercepat proses pelapukan serasah (Suin, 1997).

Tanaman jagung mempunyai sistem perakaran tanaman monokotil (berakar serabut) yang terdiri dari akar seminal dan akar nodal, yang pada umumnya akar tersebut terpusat pada kedalaman kurang dari 20 cm. Akar tanaman jagung dapat tumbuh sampai dengan kedalaman 2 m dan penyebaran kearah horizontal lebih dari 1 meter (Islami dan Utomo, 1995). Dengan sistem perakaran tersebut kemungkinan jumlah eksudat yang dikeluarkan tanaman jagung akan lebih banyak pada jarak kurang dari 20 cm dari pusat perakaran. Menurut Guckert *et al.* (1991) umur tanaman berpengaruh terhadap produksi eksudat akar. Produksi eksudat akar tanaman akan berbeda-beda pada setiap fase pertumbuhan tanaman. Pada akar tanaman jagung produksi eksudat paling tinggi pada akar tanaman yang masih muda selama masa pertumbuhannya atau fase vegetatif. Eksudat yang dikeluarkan selama masa ini kaya akan asam organik dan protein.

Di dalam tanah, organisme tanah berinteraksi dengan akar tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Keseimbangan interaksi antara organisme tanah dengan akar tanaman dapat berpengaruh terhadap hasil pertanian. Eksudasi akar diduga berpengaruh terhadap organisme tanah, namun belum diketahui secara pasti dari pengaruh jarak eksudasi terhadap populasi mesofauna tanah.

Keberadaan mesofauna tanah bergantung pada jumlah dan keragaman sumber makanan yang ada. Wiggin dan Curl (1979, dalam Larink, 1997), mengemukakan bahwa jumlah mesofauna tanah lebih tinggi pada daerah yang dekat dengan perakaran tanaman. Perilaku ini mungkin disebabkan oleh adanya

sumber makanan yang berlimpah di daerah perakaran yang berasal dari eksudat akar dan jamur. Selain sumber makanan yang melimpah kelembaban tanah di daerah perakaran juga mendukung bagi pertumbuhan mesofauna tanah. Guru dan Panda (1987) mengemukakan bahwa Collembola lebih banyak dijumpai pada lapisan atas tanah yaitu pada kedalaman 0-4 cm. Keberadaan Collembola ini dipengaruhi oleh struktur tanah dan kandungan bahan organik tanah. Menurut Hazra *et al.* (1983), pada tanah yang diolah populasi Collembola mencapai 54% hingga 63% pada lapisan permukaan (0-5 cm). Pada lapisan tengah (5-10 cm) populasi mencapai 26-34%, dan pada lapisan yang lebih dalam (10-15cm) populasinya menurun dan hanya mencapai 9-12% dari total populasi Collembola di dalam tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh umur dan jarak eksudasi tanaman jagung terhadap total dan keragaman mesofauna pada tanah Ultisol Taman bogo Lampung timur.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Desain Percobaan dan Analisis Data**

Percobaan disusun dalam Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot*). Perlakuan petak utama adalah umur tanaman yang terdiri dari tiga fase umur (2, 4, dan 6 minggu setelah tanam). Perlakuan anak petak adalah jarak eksudasi akar (0-10 cm, 10-20 cm, dan >20 cm dari pusat perakaran). Perlakuan diulang 3 kali. Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis ragam. Keseragaman data dianalisis dengan uji Bartlett dan kementambahan data diuji menggunakan uji Tukey, sedangkan untuk uji lanjutan dengan menggunakan uji perbandingan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

### **Seting Tanah dan Tanam**

Tanah diambil dari tanah lapisan atas (0-15 cm) pada Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanah Taman Bogo Porbolingo Lampung Timur yang termasuk



jenis tanah Ultisols masam dengan beberapa sifat sebagai berikut: pH (H<sub>2</sub>O), 4,4; pH (KCl), 3,6; N total (Kjeldahl), 0,11 %; C-organik (Walkley dan Black), 1,09 %, P tersedia (Bray I), 0,78 ppm; K-dd, Al-dd, H-dd, dan KTK (NH<sub>4</sub>OAc, pH 7,0) masing-masing 0,04, 1,25, 0,15, dan 5,5 me 100g<sup>-1</sup>.

Sebelum dimasukkan ke pot-pot percobaan, tanah dikeringanginkan, dibersihkan dari sisa-sisa akar, kerikil dan disaring dengan ayakan berdiameter 4 mm. Tanah dipupuk dengan Urea, SP-36, dan KCl dengan dosis masing-masing 200, 100, dan 150 kg ha<sup>-1</sup>, serta diinokulasi dengan mikoriza dan dihomogenisasi dengan pupuk tersebut sebelum dimasukkan dalam pot-pot percobaan.

Tanaman yang digunakan adalah jagung varietas C7. Benih jagung ditanam 3 butir setiap pot. Setelah tanaman tumbuh hanya dipelihara dua tanaman saja. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman dan penyiangan gulma. Penyiraman tanaman jagung dilakukan setiap hari.

Jagung ditanam dalam pot- pot yang dirancang dapat dibongkar pasang untuk memudahkan pengambilan contoh tanah sesuai dengan perlakuan. Pot- pot percobaan dirancang dengan ukuran 60 cm x 60 cm x 30 cm, dinding pot dapat dibongkar pasang . Untuk membedakan jarak eksudasi yang diambil contoh tanahnya, pot- pot tersebut diberi dinding pemisah yang terbuat dari kawat kasa dengan diameter 4 mm yang dipasang pada jarak 0- 10 cm, 10- 20 cm dari pusat perakaran mengikuti bentuk pot.

### **Pengamatan Meso Fauna Tanah**

Pada saat tanaman berumur 2, 4, dan 7 minggu setelah tanam dilakukan pengamatan populasi mesofauna tanah. Pengamatan mesofauna tanah dilakukan dengan cara pengambilan contoh tanah dengan ring sampel yang berukuran tinggi 5 cm dan jari- jari 2,75 cm sebanyak tiga titik pada setiap satuan pengamatan. Contoh tanah dibawa ke laboratorium dan dimasukkan ke dalam alat *Berlese/ Tullgren* yang telah dimodifikasi. Pengekstrakan mesofauna tanah dilakukan dengan penyinaran lampu 25 watt selama 2 hari (48 jam). Panas yang dihasilkan dari penyinaran lampu menyebabkan mesofauna dalam contoh tanah turun ke tabung penampungan (erlenmeyer 250 ml) yang telah berisi alkohol 50%.

Mesofauna tanah yang tertampung di dalam erlenmeyer diamati dengan bantuan mikroskop binokuler pada perbesaran 20- 40 X. Pengamatan mesofauna tanah dilakukan hanya sampai tingkat ordo. Keanekaragaman mesofauna tanah yang diperoleh dihitung berdasarkan rumus Indeks Keragaman Shannon-Whiever (Odum, 1971), yaitu

$$H = -\sum(P_i \log P_i)$$

Keterangan : H = Indeks Keragaman

Pi = Proporsi jumlah masing-masing mesofauna

Kelimpahan atau jumlah mesofauna tanah diukur dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah individu / satuan tangkapan} = \text{Kelimpahan}$$

Data jumlah mesofauna tanah yang diperoleh dari hasil pengamatan dikonversi kedalam jumlah mesofauna tanah/dm<sup>3</sup> dengan persamaan :

$$X / (3,14 \times r \times r \times t) = X \text{ Ekor.dm}^{-3}$$

$$X / (3,14 \times (0,275 \text{ dm} \times 0,275 \text{ dm}) \times 0,5 \text{ dm}) = 8,4X \text{ Ekor.dm}^{-3}$$

Keterangan : X : Data pengamatan yang diperoleh

r : jari-jari ring sample (2,75 cm)

t : tinggi ring sampel (5 cm)

$\pi$  : 3,14

Peubah pendukung yang diamati adalah N-total (%) menggunakan met. Kjeldhal, C-organik (%) menggunakan metode Walkley and Black, pH tanah (H<sub>2</sub>O) menggunakan metode Elektrometri, kadar air (%) menggunakan metode Gravimetri, dan suhu tanah (°C), yang diamati bersamaan dengan pengamatan peubah utama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Populasi Meso Fauna Tanah

Umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah mesofauna tanah, tetapi jumlah mesofauna tanah tidak dipengaruhi oleh interaksi antara umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung (Tabel 1).

Tabel 1. Ringkasan analisis ragam jumlah mesofauna tanah pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung (*Zea mays* L.).

Perlakuan	Jumlah Mesofauna Tanah
Umur (U)	**
Jarak dari pusat perakaran (J)	**
Interaksi (U X J)	tn

Keterangan: \* = berbeda nyata pada taraf 0,05; \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01; tn = tidak berbeda nyata

Populasi mesofauna tanah nyata lebih rendah dari 4 dan 7 mst pada umur jagung 2 minggu setelah tanam (mst), tetapi populasi mesofauna tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada umur 4 dan 7 mst. Sementara itu, secara nyata jarak mempengaruhi populasi mesofauna tanah yaitu pada jarak 0-10 cm dari pusat perakaran (dpp) didapati jumlah mesofauna tertinggi diikuti jarak 10-20 cm (dpp), dan >20 cm (dpp) (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap jumlah mesofauna tanah (Trans  $\sqrt{\sqrt{x}}$ ).

Umur	Jumlah	
	--- Ekor dm <sup>-3</sup> ---	Trans $\sqrt{\sqrt{x}}$
U <sub>1</sub> = 2 mst	56	(2,92)a
U <sub>2</sub> = 4 mst	144	(3,91)b
U <sub>3</sub> = 7 mst	260	(4,28)b
BNT U (0,05) = 0,64		
Jarak		
J <sub>1</sub> = 0-10 cm dpp	159	(3,71)c
J <sub>2</sub> = 10-20 cm dpp	157	(3,49)b
J <sub>3</sub> = >20 cm dpp	145	(3,15)a
BNT J (0,05) = 0,09		

Keterangan: angka dalam kurung adalah data Trans  $\sqrt{\sqrt{x}}$ . Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT.

Pengaruh nyata dari umur tanaman jagung terhadap populasi mesofauna tanah mungkin disebabkan oleh ketersediaan sumber energi yang berasal dari eksudat akar. Menurut Rao (1994) akar tanaman mengeluarkan eksudat yang berupa asam-asam organik, asam amino, gula, protein, polisakarida, dan senyawa-senyawa lain yang belum teridentifikasi. Eksudat akar dibutuhkan oleh organisme

tanah sebagai sumber nutrisi untuk mendukung pertumbuhannya termasuk oleh mesofauna. Semakin banyak senyawa yang dikeluarkan tanaman, maka tingkat pertumbuhan organisme tanah juga meningkat.

Jumlah mesofauna tanah secara nyata meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Peningkatan jumlah mesofauna tanah diduga berhubungan dengan umlah eksudat yang dikeluarkan oleh akar tanaman. Menurut Guckert *et al.* (1991) menambahkan pada tanaman jagung eksudat paling tinggi terjadi pada saat vegetatif maksimum. Menurut Sylvia *et al.* (1999) gula yang terdapat dalam eksudat akar merupakan sumber karbon dan asam amino yang menyumbangkan N bagi pertumbuhan tanaman. Bertambahnya eksudat disebabkan oleh bertambah banyaknya akar dengan semakin bertambahnya umur tanaman. Menurut Rao (1994) jumlah dan ciri senyawa yang dikeluarkan oleh akar tergantung pada spesies, umur dan kondisi lingkungan tanaman. Sedangkan Guckert *et al.* (1991) menyatakan bahwa produksi eksudat akar tanaman berbeda-beda tergantung pada umur tanaman dan fase pertumbuhan tanaman. Pada tanaman jagung produksi eksudat paling tinggi terjadi pada saat akar tanaman masih muda atau pada fase vegetatif maksimum. Pada fase vegetatif maksimum jumlah eksudat akar yang dikeluarkan paling tinggi, hal ini diduga ikut mempengaruhi meningkatnya jumlah mesofauna dengan bertambahnya umur tanaman sampai dengan fase vegetatif maksimum.

Peningkatan jumlah mesofauna dengan bertambahnya umur tanaman selain disebabkan oleh keberadaan sumber energi yang berasal dari eksudat juga diduga disebabkan oleh perubahan lingkungan akibat dari pertumbuhan tanaman jagung. Perakaran tanaman jagung telah mempengaruhi kondisi lingkungan di sekitarnya. Sistem perakaran tanaman jagung merupakan sistem perakaran monokotil (akar serabut) yang terdiri dari akar seminal dan akar nodal (Islami dan Utomo, 1995). Dengan sistem perakaran tersebut maka jumlah eksudat yang dikeluarkan akar tanaman jagung akan lebih banyak pada daerah yang mempunyai akar muda.

Pengaruh lain dari perakaran tanaman yang menyebabkan meningkatnya jumlah mesofauna tanah adalah pengaruhnya terhadap agregat tanah. Menurut Hillel (1997), akar tanaman berperan dalam pembentukan agregat tanah. Eksudat-

eksudat yang dikeluarkan akar dapat memperbaiki struktur tanah dengan cara merangsang pertumbuhan mikroorganisme yang menghasilkan perekat, sehingga jumlah ruang pori dalam tanah akan semakin banyak.

Menurut Paul and Clark (1996), pertumbuhan organisme di dalam tanah dipengaruhi oleh genesis tanah, struktur tanah, atmosfer tanah, air tanah, potensial redoks, pH tanah, temperatur dan interaksi antara faktor-faktor tersebut. Keberadaan mesofauna tanah (Collembola dan Acarina) sangat bergantung pada tekstur dan struktur tanah. Mesofauna tanah menyukai tanah yang memiliki banyak ruang pori atau tanah yang tidak banyak mengandung liat (Coleman and Crossley, 2003). Seperti yang dilaporkan oleh Larink (1997) bahwa populasi Colembolla tertinggi terdapat pada tanah pasir berdebu yang diolah menggunakan bajak. Mesofauna tanah memerlukan ruang pori dalam tanah untuk beraktivitas. Menurut Fitriyani (2001), mesofauna tanah banyak dijumpai pada tanah lapisan atas, mereka hidup pada ruang pori tanah yang telah ada karena mesofauna tanah tidak dapat membuat lubang sendiri.

Jumlah mesofauna tanah selain dipengaruhi oleh umur tanaman jagung juga dipengaruhi oleh jarak dari pusat perakaran. Dari hasil uji BNT 5% (Tabel 2) pada umur 2 mst dan 4 mst diketahui bahwa semakin jauh dari pusat perakaran maka jumlah mesofauna tanahnya semakin berkurang akan tetapi pada 7 mst jumlah mesofauna tanah meningkat dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran. Pada umur 2 mst dan 4 mst jumlah mesofauna tanah lebih tinggi pada jarak 0-10 cm dpp dari pada jarak 10-20 cm dpp dan jarak >20 cm dpp. Kondisi ini diduga karena sumber makanan yang berasal dari eksudat akar lebih banyak pada jarak 0-10 cm dpp. Semakin jauh dari pusat perakaran maka eksudat yang dikeluarkan akar semakin sedikit.

Bagian akar tanaman yang aktif mengeluarkan eksudat adalah tudung akar (*root cape*) (Islami dan Utomo, 1995), dengan kondisi tersebut jumlah eksudat akan lebih banyak pada daerah yang lebih banyak memiliki tudung akar atau pada daerah kurang dari 20 cm dpp. Sylvia *et al.* (1999) menambahkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi karbon dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan jumlah mesofauna tanah pada saat tanaman berumur 2 dan 4 mst.

Kondisi yang berbeda terjadi pada saat tanaman berumur 7 mst. Pada saat ini jumlah mesofauna meningkat dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran. Peningkatan ini disebabkan oleh kondisi pot yang digunakan pada penelitian ini. Pada umur 7 mst terjadi akumulasi akar terutama akar-akar muda pada jarak > 20 cm dpp. Akar-akar muda merupakan bagian akar yang aktif mengeluarkan eksudat akar, dimana eksudat tersebut digunakan oleh mesofauna sebagai salah satu sumber nutrisi. Akumulasi akar-akar tersebut menyebabkan jumlah nutrisi yang lebih banyak terdapat pada jarak >20 cm dpp sehingga jumlah mesofauna pada jarak tersebut lebih banyak dibandingkan dengan jumlah mesofauna pada jarak 0-10 cm dpp dan 10-20 cm dpp.

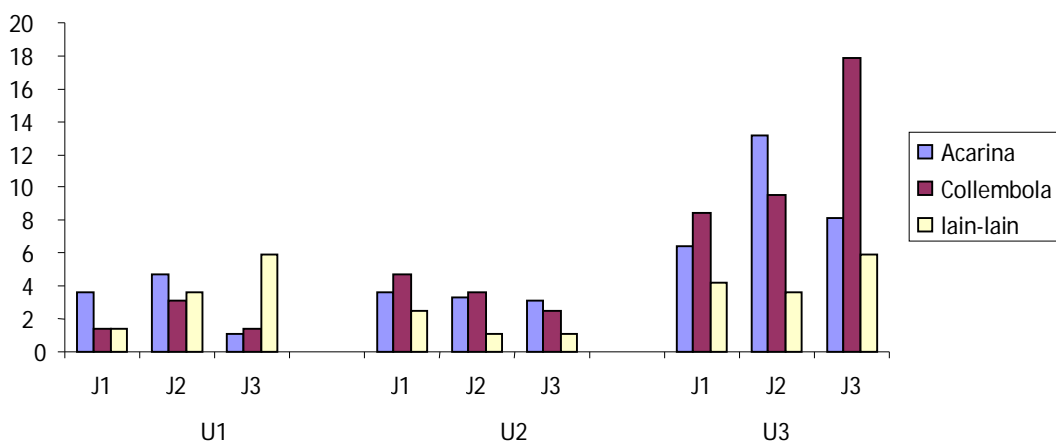
### **Keragaman Mesofauna Tanah**

Tabel 3 menunjukkan bahwa umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung serta interaksi antar keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap keragaman mesofauna tanah.

Tabel 3. Ringkasan analisis ragam keanekaragaman mesofauna tanah pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung (*Zea mays* L.).

Perlakuan	Keanekaragaman Mesofauna Tanah
Umur (U)	tn
Jarak dari pusat perakaran (J)	tn
Interaksi (U X J)	tn

Jumlah dan komposisi tiap jenis mesofauna tanah pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi mesofauna tanah pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung. Keterangan : U<sub>1</sub> : Umur 2 minggu setelah tanam (mst); U<sub>2</sub> : Umur 4 mst; U<sub>3</sub> : Umur 7 mst; J<sub>1</sub> : Jarak 0-10 cm dari pusat perakaran (dpp); J<sub>2</sub> : Jarak 10-20 cm dpp; J<sub>3</sub> : Jarak >20 cm dpp.

Gambar 1 menunjukkan bahwa terjadi dinamika populasi mesofauna tanah dimana ordo mesofauna tanah yang mendominasi pada setiap umur dan jarak yang diberlakukan pada penelitian ini berbeda-beda. Pada umur 2 mst ordo Acarina mendominasi keanekaragaman mesofauna tanah pada jarak 0-10 cm dan 10-20cm dari pusat perakaran, sedangkan pada jarak >20 didominasi oleh mesofauna tanah jenis lainnya. Pada umur 4 mst ordo Collembola mendominasi pada jarak 0-10 cm dan 10-20 cm dpp, sedangkan pada jarak >20 didominasi oleh Acarina. Pada pengamatan 7 mst ordo Collembola mendominasi pada jarak 0-10 cm dan >20 cm dpp, sedangkan Acarina mendominasi pada jarak 10-20 dpp. Collembola merupakan ordo yang lebih menyukai eksudat dibandingkan ordo Acarina maupun ordo lain (Coleman and Crossley, 2003), sehingga pada umur 7 mst dimana jumlah eksudat paling tinggi ordo Collembola mampu mendominasi dibandingkan ordo yang lain.

Indeks keragaman mesofauna tanah pada penelitian ini tergolong rendah. Hal ini diduga disebabkan oleh beberapa hal diantaranya ketersediaan sumber makanan bagi mesofauna tanah. Menurut Brown (1978) sumber makanan yang berlimpah menyebabkan keanekaragaman mesofauna tanah meningkat. Sumber

makanan utama bagi mesofauna tanah adalah adalah bahan organik. Pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan bahan organik menyebabkan ketersediaan sumber karbon (C) yang rendah bagi mesofauna tanah. C-organik yang rendah menyebabkan mesofauna tanah hanya memperoleh sumber C dari eksudat akar sehingga kurang mencukupi untuk perkembangan mesofauna tanah. Keterbatasan sumber C juga menyebabkan keanekaragaman mesofauna tanah yang rendah. Menurut Curl and Truelove (1986, *dalam* Coleman and Crossley, 2003), sumber makanan lain bagi mesofauna tanah adalah fungi, sehingga selain memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber C-organik juga memanfaatkan fungi yang berada di daerah perakaran sebagai sumber makanannya terutama yang bersifat patogen bagi tanaman.

Keberadaan mesofauna tanah dipengaruhi oleh perubahan lingkungan (Vreekens-Buijs and Brussaard, 1996) dan memiliki toleransi yang berbeda-beda terhadap perubahan-perubahan tersebut. Menurut Suin (1997), terjadi fluktuasi perubahan jumlah dan keanekaragaman mesofauna tanah akibat perubahan suhu tanah. Larink (1997) menambahkan suhu tanah yang cocok bagi pertumbuhan mesofauna tanah adalah 15<sup>0</sup>C. Pada penelitian ini suhu tanah mencapai 26 - 28<sup>0</sup>C tergolong tinggi sehingga diduga hanya beberapa jenis mesofauna tanah yang mampu bertahan hidup pada kondisi tersebut. Asnuri (1997) mendapatkan bahwa keberadaan mesofauna tanah dipengaruhi oleh perubahan lingkungan yang datang dari tanah itu sendiri seperti faktor iklim dan pengolahan tanah. Selanjutnya ia menambahkan bahwa penurunan sumber makanan akan mengakibatkan hanya beberapa jenis mesofauna tanah yang dapat bertahan hidup dengan kondisi yang ada dan akan berkembang biak serta mendominasi, tetapi sebab-sebab spesifik yang menyebabkan perbedaan dari jenis mesofauna yang mendominasi pada tiap-tiap umur dan jarak perakaran tanaman jagung belum bisa dijelaskan pada penelitian ini.



## Sifat Kimia Tanah

Beberapa sifat kimia tanah yang diamati tidak mengalami perubahan akibat jarak dari pusat perakaran dan umur tanaman jagung. Namun demikian, ada beberapa kecenderungan seperti C-organik terendah pada jarak > 20 cm dpp pada umur 2 mst dan 4 mst yaitu 0,5% dan tertinggi pada jarak >20 cm dpp pada umur 7 mst sebesar 0,56%. Nilai pH terendah pada jarak 0-10 cm dpp pada umur 2 mst yaitu 5,3 dan tertinggi pada jarak 10-20 cm dpp pada umur 7 mst sebesar 5,6. Kandungan N tertinggi pada jarak 10-20 cm dpp pada umur 4 mst yaitu 0,15 dan terendah pada jarak 10-20 cm dpp pada umur 7 mst sebesar 0,094.

Tabel 4. Nilai rerata beberapa sifat kimia tanah pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung

Perlakuan		Variabel				
Umur	Jarak	pH (H <sub>2</sub> O)	C-Org (%)	N-total (%)	Kadar Air (%)	Suhu (°C)
U <sub>1</sub>	J <sub>1</sub>	5,3	0,51	0,09	21	28
	J <sub>2</sub>	5,3	0,51	0,15	20,7	28
	J <sub>3</sub>	5,3	0,5	0,14	20	28
U <sub>2</sub>	J <sub>1</sub>	5,4	0,51	0,15	18,7	27
	J <sub>2</sub>	5,4	0,51	0,15	17,5	27
	J <sub>3</sub>	5,6	0,5	0,13	17,6	27
U <sub>3</sub>	J <sub>1</sub>	5,6	0,54	0,11	20,6	26
	J <sub>2</sub>	5,7	0,55	0,09	19,6	26
	J <sub>3</sub>	5,6	0,56	0,12	20,4	26

Keterangan : U<sub>1</sub> : Umur 2 minggu setelah tanam (mst); U<sub>2</sub> : Umur 4 mst; U<sub>3</sub> : Umur 7 mst; J<sub>1</sub> : Jarak 0-10 cm dari pusat perakaran (dpp); J<sub>2</sub> : Jarak 10-20 cm dpp; J<sub>3</sub> : Jarak >20 cm dpp.

## Hubungan antara Jumlah dan Keragaman Mesofauna Tanah dengan beberapa Sifat Tanah

Pada penelitian ini, pH tanah, suhu tanah, dan kandungan C-organik tanah berkorelasi positif dengan jumlah meso fauna tanah, tetapi tidak berkorelasi dengan keragaman meso fauna tanah

Tabel 5. Korelasi antara jumlah dan keanekaragaman mesofauna tanah dengan faktor lingkungan pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung

Variabel	Nilai r	
	Jumlah	Keragaman
pH	0,63*	0,36 <sup>tn</sup>
C-Organik	0,65*	0,23 <sup>tn</sup>
N-Total	0,44 <sup>tn</sup>	0,52 <sup>tn</sup>
suhu	0,66*	0,26 <sup>tn</sup>
kadar air	0,18 <sup>tn</sup>	0,09 <sup>tn</sup>
Jumlah	-	0,12 <sup>tn</sup>

Keterangan: \* : nyata, \*\* : sangat nyata, <sup>tn</sup> : tidak berbeda nyata.

Jumlah mesofauna tanah selain dipengaruhi oleh ketersediaan sumber makanan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat tumbuh mesofauna tanah tersebut. Mesofauna tanah memerlukan lingkungan yang sesuai untuk melangsungkan kehidupannya. Faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan mesofauna tanah antara lain suhu dan kadar air tanah. Dari hasil uji korelasi antara jumlah mesofauna tanah dengan suhu dan kadar air tanah (Tabel 5) menunjukkan bahwa jumlah mesofauna tanah berkorelasi positif dengan kadar air tanah tetapi tidak berkorelasi dengan suhu tanah. Dari kondisi tersebut dapat dikatakan bahwa jumlah mesofauna tanah dipengaruhi oleh tingkat kadar air tanah karena mesofauna tanah memerlukan kelembaban tanah yang cukup untuk tumbuh dan berkembang biak.

Menurut Larink (1997), kadar air tanah yang sesuai untuk kondisi kehidupan mesofauna tanah adalah 15%. Pada penelitian ini kadar air tanah ( $\pm$  19%) tergolong tinggi sehingga diduga hanya beberapa jenis mesofauna tanah yang mampu bertahan hidup pada kondisi tersebut.

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap jumlah mesofauna tanah selain suhu dan kadar air juga dipengaruhi oleh pH tanah. Dari hasil uji korelasi (Tabel 5), jumlah mesofauna tanah berkorelasi positif dengan pH tanah. Purnomo *et al.* (2000) menyatakan bahwa terjadi penurunan pH dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran. pH tanah yang lebih tinggi pada daerah yang dekat dengan perakaran memberikan kondisi yang ideal bagi pertumbuhan mesofauna tanah dan dapat menyebabkan jumlah mesofauna tanah pada daerah tersebut lebih tinggi.

Mesofauna tanah ada yang memilih hidup pada tanah yang memiliki pH asam dan ada pula yang senang hidup pada tanah yang memiliki pH basa. Mesofauna tanah yang senang hidup pada tanah yang memiliki pH asam disebut golongan asidofil, yang senang hidup pada tanah yang memiliki pH basa disebut golongan basidofil, sedangkan mesofauna tanah yang dapat hidup pada tanah asam dan basa disebut golongan netrofil (Suin, 1997). Dari hasil pengukuran pH tanah diketahui bahwa tanah tersebut memiliki pH berkisar 5,27-5,69, diduga bahwa mesofauna yang hidup pada kisaran pH tersebut adalah golongan asidofil.

### **KESIMPULAN**

1. Jumlah mesofauna tanah meningkat dengan bertambahnya umur tanaman jagung.
2. Jumlah mesofauna tanah menurun dengan bertambahnya jarak akar tanaman jagung, kecuali pada 7 mst jumlah mesofauna tanah meningkat dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran tanaman jagung.
3. Ke ragaman mesofauna tanah tidak dipengaruhi oleh umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung maupun interaksi keduanya.
5. Jumlah mesofauna tanah berkorelasi positif dengan kondisi lingkungan seperti suhu, pH dan C-organik tanah.
6. Terjadi dinamika populasi mesofauna tanah pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung.

### **SANWACANA**

Disampaikan terima kasih kepada Proyek Hibah Penelitian SP4 Dikti Tahun 2006 yang telah membiayai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Ir. Yoyo Sulaiman, M.Si dan Bapak Sugiharto (Kebun Percobaan Balai Pebelitian Tanah Taman Bogo, Lampung Timur) yang telah membantu dalam penyiapan contoh tanah serta Saudara Triadi yang telah membantu penelitian di Rumah Kaca.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adianto. 1983. *Biologi Pertanian*. Penerbit Alumni Bandung.
- Asnuri, I. A. 1997. Dampak penerapan teknik penerapan olah tanah dengan herbisida isopropilamina glifosfat dan dosis nitrogen terhadap populasi cacing tanah dan mesofauna tanah pada lahan kering Hajimena. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. 57 hlm.
- Brown, A.L. 1978. *Ecology of Soil Organisms*. Published by Heinemann Books Ltd. London.
- Coleman, D. C. and D. A. Crossley, Jr. 2003. *Fundamental of Soil Ecology*. Academic Press. An Imprint of Elsevier Science. Massachusetts. USA.
- Fitriyani, I. 2001. Pengaruh pemberian limbah cair industri kertas terhadap populasi cacing tanah dan mesofauna tanah pada pertanaman jagung di Sungkai Selatan Lampung Utara. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Guckert, M., Chavanon, M., J.L. Morel, dan G. Villemin. 1991. Root exudation in *Beta vulgaris* : A comparizon with *Zea mays*. In: *plant roots and their environment*, Proceeding of an ISRR-Symposium, McMichael and H. Persson (Eds). Elsevier Scintific Publishong, New York.
- Guru, B.C. and S. Panda. 1991. The role of *Cryptopygus thermophilus* (Collembola) in regulating C/N ratio.in *Advences in management and conservation op soil fauna*, In: Veeresh, G.K., D Raja Gopal, C.A. Viraktamath (Eds). Oxford and IBH Publishing. New Delhi.
- Hazra, A.K. 1983. Influence of soil factors on the distribution of Collembola fauna in cultivated and ancultivated fields of West Bengal. Ph.D. *Thesis*. Univ. of Burdwan.
- Hillel, D. 1997. *Pengantar Fisika Tanah*. Diterjemahkan oleh R. H. Susanto dan R. H. Purnomo. Mitra Gama Widya. Yogyakarta.
- Islami, T. dan H.U. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP press. Semarang.
- Larink, O. 1997. Springtails and Mites : Important knot in the Food Web of soils. In Benckiser, G. (Ed), *Fauna in soil ecosystem recycling process, nutrient fluxes, and agriculture production*. Marcel Dekker, Inch. New York.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology*. Third Edition. W. B. Saunders Co. and Toppan Co. LTD Tokyo, Japan.
- Paul, E. A. and F.E. Clark. 1996. *Soil Biology and Biochemistry*. Academic Press, INC.
- Purnomo, E., H. Syaifuddin, A. Fahmi, F. Kasim, dan M.H.G Yasin. 2000. The variation of soil pH, aluminium, and phosphorus within the root zone of maize strains differing in their tolerance to aluminium toxicity. *J. Tanah Trop*. 10: 171-178.
- Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI Press. Jakarta.
- Singleton, P. and D.S. Bury. 1978. *Dictionary of Microbiology*. Chichester, New Forle, Brisbane, Toronto.
- Suin, N.M. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Bumi Aksara.
- Sylvia, D.M., J.J Fuhrmann, P.G. Hartel, and D.A. Zuberrer. 1999. *Principles and Aplications of soil Microbiology*. Perentice Hall, Inc. New Jersey. USA.

Vreekens-Buijs, M.J. and L. Brussaard. 1996. Soil mesofauna dynamics, wheat residue decomposition and nitrogen mineralization in buried litterbags. *Biol. Fertil. Soils* 23: 374-381.

# **PENGARUH PUPUK KANDANG DAN POLA TANAM SAYURAN DI SELA KOPI MUDA TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH**

Sri Murwani<sup>1)</sup> dan Agus Karyanto<sup>2)</sup>

1) Jurusan Biologi Fakultas MIPA dan <sup>2)</sup> Jurusan Budidaya Pertanian  
Fakultas Pertanian

Universitas Lampung, Jl. Sumatri Brojonegoro, No. 1 Bandar Lampung

## **ABSTRACT**

The application of organic substance (manure) and crop diversity have positive impact on improving soil organic matter to promote plant growth and the life of soil biota. Earthworm is a member of soil biota important to enhance soil fertility and known as indicator of soil quality. The objective of this study was to know the effect of goat manure and vegetable crop rotation on the population and biomass of earthworm. The research was conducted in privately owned young coffee plantation in Sumberjaya area, West Lampung from December 2007 to June 2009. Treatments were arranged in a split plot design where dosages of goat manure (0, 5, and 7.5 ton/ha) as main plot and vegetable crop rotation as subplot. The three cropping patterns were continuous planting of legume vegetable, legume followed by non legume vegetables, and continuous non legume vegetables for four consecutive seasons. Results showed that dosages of goat manure at 7.5 ton/ha significantly increased the number and biomass of earthworm. We found three earthworm species, namely *Pontoscolex corethrurus* (anecic/endogeic), *Malabiria levis* (endogeic) and *Drawina* sp. (endogeic). Continuous planting of legume vegetable (bean and yard-long bean) promoted highest number of earthworm population and biomass. The benefit of goat manure application was not only to improve soil structure and plant nutrient absorption but also to bring in food source for earthworm.

*Key words: organic matter, crop rotation, earthworm number and biomass*

## **PENDAHULUAN**

Cacing tanah umumnya dianggap sebagai indikator kualitas tanah dan sangat bermanfaat dalam mendaur bahan organik dan meningkatkan aerasi serta porositas tanah (Edwards, 1998). Populasi cacing tanah dipengaruhi oleh cara pengelolaan agroekosistem; dampak dari pengolahan tanah yang berlebihan terhadap populasi cacing tanah telah diketahui (Edwards and Lofty, 1982; Rovira

*et al.*, 1987). Spesies cacing tanah anesik dilaporkan menurun populasinya dan bahkan hilang dari plot-plot yang tanahnya diolah secara intensif. Sebaliknya, studi lain menunjukkan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah sebagai sumber pakan cacing akan menstimulir populasi cacing (Curry, 1976).

Bahan organik tanah berperan dalam meningkatkan kualitas tanah sebagai sumberdaya penting dalam sistem produksi tanaman. Kandungan bahan organik dalam tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian mulsa, seresah tanaman, dan/atau pupuk kandang. Salah satu peran mulsa adalah menjaga kelembaban tanah sehingga cocok bagi kehidupan biota tanah termasuk cacing tanah. Sementara itu, pupuk kandang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah, menyediakan hara bagi tanaman, dan juga sebagai sumber pakan bagi cacing.

Oleh karena itu, praktek budidaya tanaman dengan menggunakan pupuk kandang perlu direvitalisasi mengingat degradasi lahan terus berlangsung bahkan semakin cepat dari sebelumnya. Implementasi pupuk kandang harus dikedepankan untuk mengurangi ketergantungan akan pupuk anorganik yang terlalu berlebihan dalam penggunaannya. Berbagai literatur menunjukkan banyak manfaat yang dapat diperoleh dengan penggunaan pupuk organik, antara lain 1). Pupuk organik mengandung unsur mikro yang sering menjadi pembatas pertumbuhan tanaman, 2) Pupuk organik tidak mudah tercuci sebagaimana pupuk anorganik, 3) Pupuk organik tidak mengandung garam yang berbahaya seperti yang dikandung dalam pupuk anorganik, 4) Pupuk organik bertahan lebih lama dalam tanah sehingga lebih ekonomis dalam jangka waktu lama dan tidak membakar akar tanaman, dan 5) Pupuk kandang tidak mematikan mikroorganisme yang menguntungkan dan menstimulir berkembangnya cacing tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk kandang kambing dan pola tanam sayuran pada populasi dan biomassa cacing tanah di lahan kopi muda di daerah Sumberjaya, Lampung Barat.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan kopi belum menghasilkan, berumur 2 tahun, yang ditanami sayuran sebagai tanaman sela di Desa Bodongjaya Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung dari bulan Desember 2007 s/d Juni 2009. Lokasi penelitian berada pada ketinggian sekitar 735m dpl, dengan rata-rata curah hujan tahunan sekitar 2000 mm/tahun, dengan suhu rata-rata 24°C.

Pemberian pupuk kandang kambing dimaksudkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman sayuran yang ditanam di antara kopi. Dosis pupuk kandang kambing adalah 0, 5, dan 7,5 ton/ha yang diberikan pada petakan ukuran 10 m x 10 m yang terdiri dari 5 baris tanaman kopi yang berjarak tanam 2m x 2 m. Jumlah petakan ada 9 buah. Pupuk kandang diberikan hanya sekali yaitu pada awal bulan Januari 2008 seminggu sebelum sayuran ditanam.

Populasi cacing tanah diamati dua kali yaitu pada bulan Maret 2008 (setelah tanaman sayuran I di panen) dan pada bulan Mei 2009 (setelah lahan ditanami sayuran empat kali). Selama kurun waktu tersebut, di antara kopi muda ditanami tanaman sayuran sebanyak empat kali secara berturut-turut dengan pola tanam sebagai berikut:

Tabel 1. Pola tanam sayuran di sela tanaman kopi muda (2008- 2009)

No	Pola tanam sayuran	Musim ke 1	Musim ke 2	Musim ke 3	Musim ke 4
1	Legum – legum (LL)	Buncis	Kacang panjang	Buncis	Buncis
2	Legum – non legum (LN)	Buncis	Cabe merah	Kacang panjang	Tomat rampai
3	Non legum – non legum (NN)	Tomat rampai	Terong	Tomat rampai	Tomat rampai

Pengamatan cacing tanah dilakukan sebagai berikut. Pada setiap petakan perlakuan pupuk kandang diambil tiga sampel. Caranya adalah dengan menggali tanah dengan sekop kecil pada petak berukuran 25 cm x 25 cm x 30 cm (dalam), yang selanjutnya dikenal sebagai “monolith” (Swift and Bignell, 2001). Untuk memudahkan pengamatan, kedalaman monolith dibagi menjadi 3 lapisan yaitu 0-

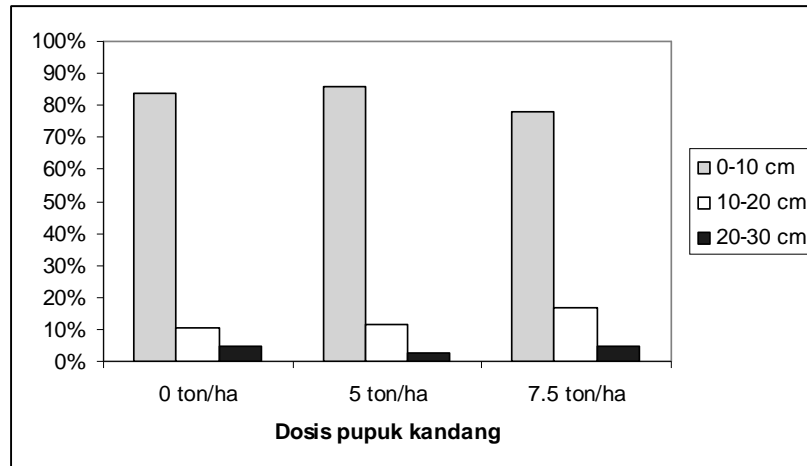


10cm, 10-20cm, dan 20-30cm. Tanah hasil penggalian selanjutnya ditumpuk di atas karung plastik untuk kemudian dilakukan sortasi cacing tanah dengan menggunakan nampan kecil. Sortasi dilakukan secara langsung dengan tangan menurut kedalaman lapisan tanah. Cacing tanah yang berhasil ditemukan kemudian dihitung jumlahnya, dicuci, dan disimpan dalam wadah yang berisi 15-20 ml larutan etanol 70% guna diidentifikasi lebih lanjut. Jumlah cacing tanah dicatat langsung di lapang, sedangkan penimbangan biomassa dan identifikasi cacing dilakukan di laboratorium. Identifikasi spesies cacing menggunakan kunci identifikasi oleh Sims dan Easton (1972), Reynold dan Righi (1994), serta Jones (2003). Identifikasi spesimen cacing tanah terutama berdasarkan pada organ eksternal dan internalnya.

Data dianalisis dengan analisis ragam menggunakan program SAS ver 9.12 (SAS Institute, Cary, NC, USA) dan perbedaan antar nilai tengah diuji dengan beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

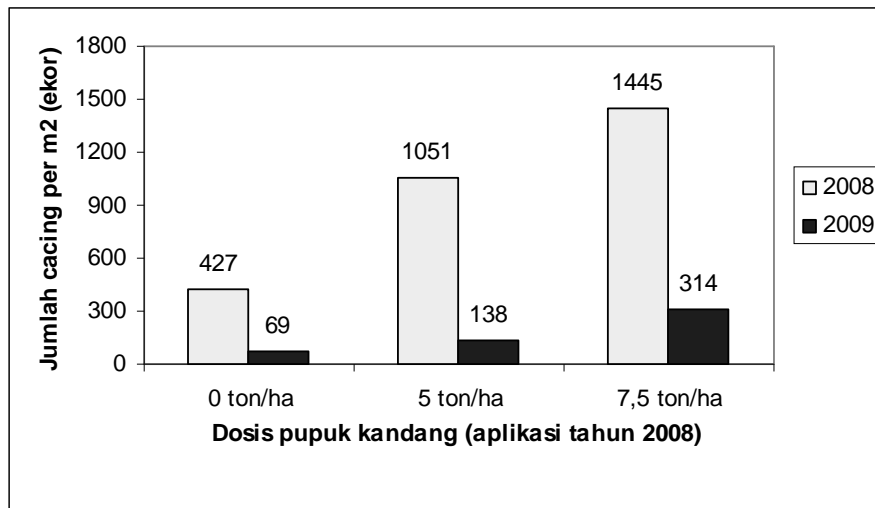
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan tahun 2008 menunjukkan bahwa sebagian besar cacing tanah (80% atau lebih) ditemukan pada lapisan tanah 0-10 cm, dan populasinya menurun menurut kedalaman tanah (Gambar 1). Dalam penelitian ini, kondisi lapisan tanah dekat permukaan nampaknya lebih cocok bagi kehidupan cacing, baik pada lahan yang diberi pupuk kandang maupun tidak. Menurut Lavelle dan Spain (2001), berdasarkan fungsi ekologisnya, cacing tanah dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu epigeik, endogeik dan anesik. Tipe epigeik adalah cacing yang makan dan hidup di seresah atau kompos, tidak membuat liang, dan berukuran kecil, misalnya *Megascolex* sp. Tipe endogeik adalah cacing yang hidup di tanah lapisan atas (topsoil) atau agak kebawah (subsoil), makan tanah, membuat liang horizontal, dan berukuran kecil, misalnya *Malabiria levis*.

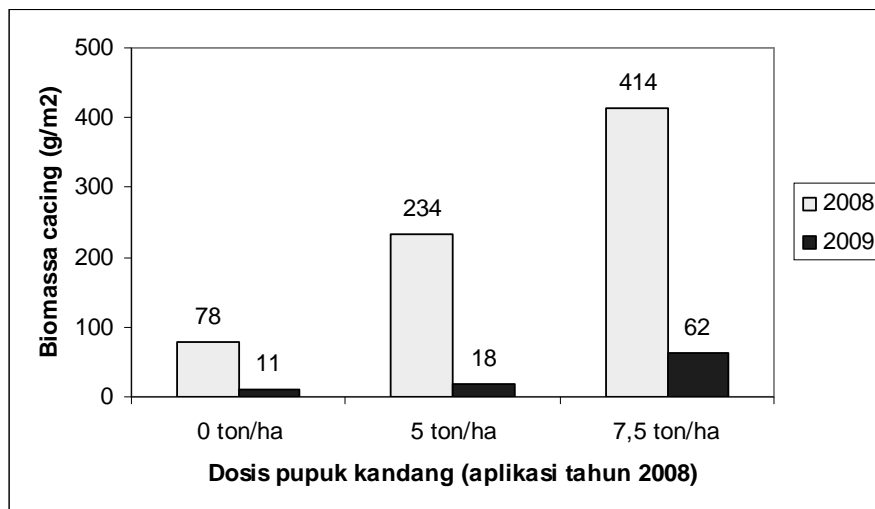


Gambar 1. Populasi cacing tanah (dalam %) menurut kedalaman tanah sebagai respons terhadap aplikasi pupuk kandang.

Tipe anesik adalah cacing yang hidup di dalam tanah, makan tanah dan seresah, berukuran besar, dan gemar membuat liang permanen yang dalam dimana mereka akan naik ke atas permukaan untuk mengambil bahan tanaman atau makanan, seperti dedaunan, misalnya *Pontoscolex corethrurus*. Namun demikian, pembagian tersebut tidak mutlak karena ada beberapa spesies yang dapat digolongkan sebagai epigeik/anesik, anesik/endogeik dsb. Dalam penelitian ini ditemukan tiga jenis cacing tanah yaitu *Pontoscolex corethrurus* (anesik/endogeik), *Malabiria levis* (endogeik), and *Drawina* sp. (endogeik). *Pontoscolex corethrurus* dikenal sebagai spesies pendatang (eksotik), tidak dijumpai di hutan alami, dan cenderung mendominasi wilayah agroekosistem pertanian (Murwani at al., 2005).



Gambar 2. Populasi cacing tanah per  $m^2$  sebagai respons terhadap pupuk kandang kambing yang diaplikasikan pada tahun 2008.

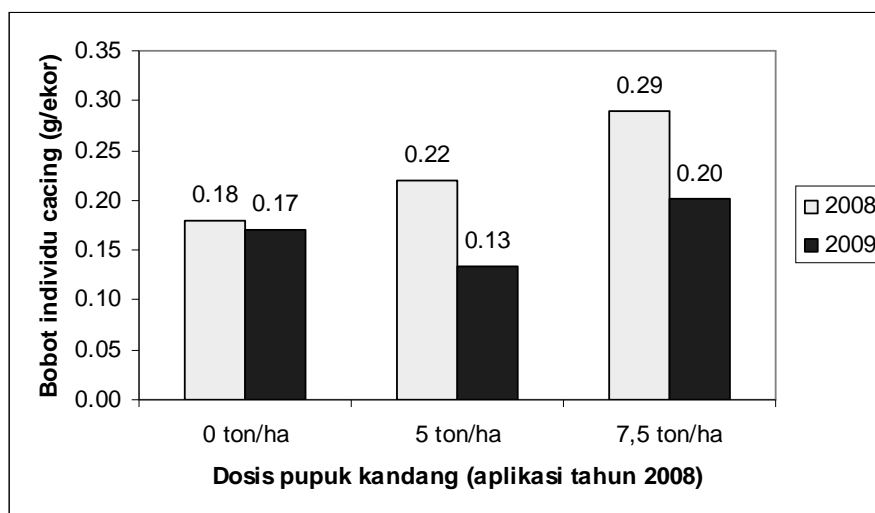


Gambar 3. Biomassa cacing tanah ( $g/m^2$ ) sebagai respons terhadap pupuk kandang kambing yang diaplikasikan tahun 2008.

Populasi cacing tanah meningkat dengan meningkatnya dosis pupuk kandang kambing (Gambar 2). Peningkatan jumlah cacing pada dosis pupuk kandang 7,5 ton/ha mencapai sekitar 4 kali lipat dibandingkan kontrol. Pengamatan tahun 2008 dilakukan sekitar empat bulan setelah aplikasi pupuk kandang pada tanaman sayuran di sela kopi muda, sedangkan pengamatan tahun 2009 dilakukan sekitar 1,5 tahun setelah aplikasi pupuk kandang. Dari dua kali pengambilan sampel cacing tanah nampak bahwa populasi tahun 2009 menurun

dengan drastis jika dibandingkan dengan populasi tahun 2008. Penurunan populasi cacing tanah ini diduga karena keterbatasan bahan organik yang ada dalam tanah. Aplikasi pupuk kandang setahun sebelumnya belum cukup untuk mendukung kehidupan biota tanah secara optimal, terutama cacing.

Pola biomassa cacing tanah (total bobot basah) mengikuti populasinya. Semakin banyak populasi cacing tanah maka semakin besar biomasnya. Dalam penelitian ini, cacing yang ditemukan umumnya berukuran kecil, bahkan dalam beberapa kesempatan mendapatkan telur cacing yang siap menetas.



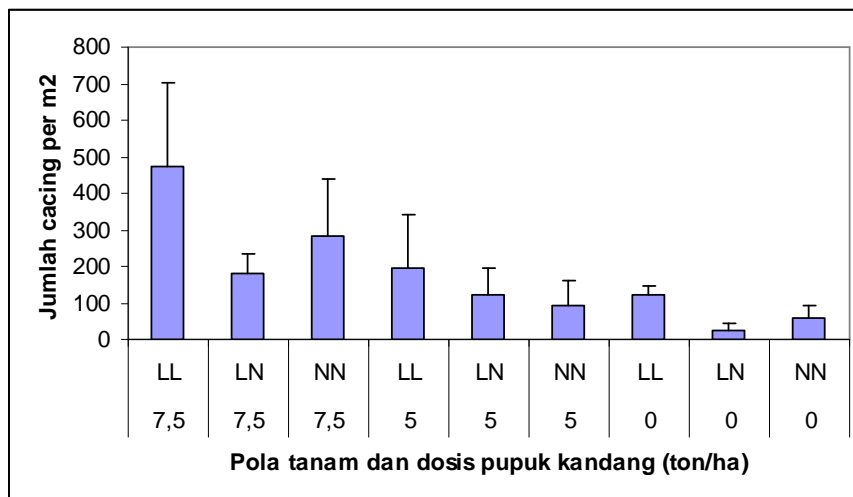
Gambar 4. Bobot individu cacing tanah (g/ekor) sebagai respons terhadap pupuk kandang kambing yang diaplikasikan tahun 2008.

Bahan organik seperti pupuk kandang kambing berdampak positif pada pertumbuhan dan distribusi cacing. Pupuk kandang mampu memperbaiki sifat fisik tanah sehingga membuat tanah menjadi lebih gembur dan beraerasi, suatu kondisi yang cocok bagi hidup cacing. Selain itu, pupuk kandang dapat bermanfaat sebagai pakan cacing. Berdasarkan perilaku makannya, cacing tanah dapat digolongkan ke dalam *geofagus* (pemakan tanah), *limifagus* (pemakan tanah yang kaya bahan organik atau lumpur), dan *litter feeder* atau pemakan seresah (Lavelle and Spain, 2001). Bobot individu cacing tanah berkisar antara 0,13 – 0,29 g (Gambar 4). Bobot individu dipengaruhi oleh jenis cacing dan juga umurnya. Jenis cacing tertentu cenderung berukuran besar, sedang, atau kecil.

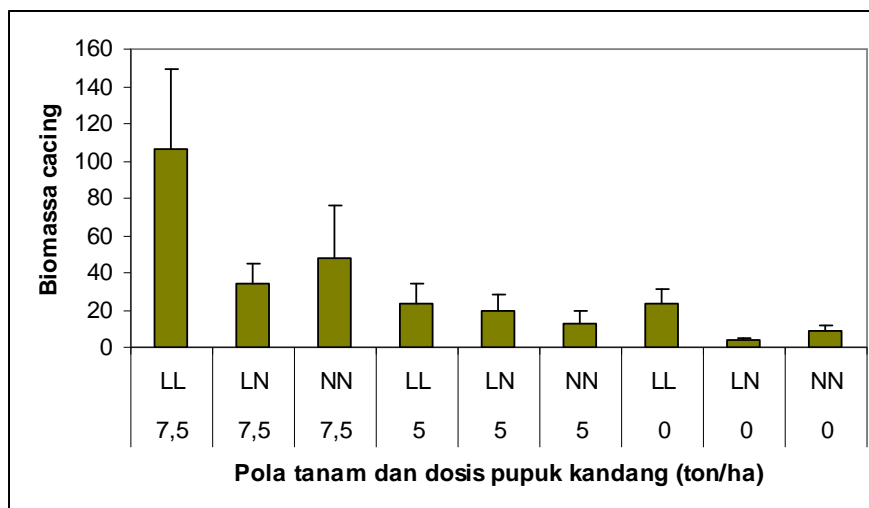
Sementara itu, cacing dewasa akan berukuran lebih besar dibandingkan dengan yang masih muda. Pengamatan tahun 2009 cenderung mendapatkan cacing berbobot lebih rendah dibandingkan tahun 2008. Meskipun tidak diketahui dengan pasti, kami menduga ada dua faktor yang berperan. Pertama adalah ketersediaan bahan organik dimana pada tahun 2008 bobot individu cacing cenderung meningkat dengan meningkatnya dosis pupuk kandang. Yang kedua adalah faktor lingkungan terutama kelembaban tanah dimana saat sampling tahun 2009 kondisi tanahnya relatif cukup kering.

Peran pupuk kandang kambing untuk perbaikan tanah dapat dijelaskan dalam ranah sifat fisik dan biologis. Mikha and Rice (2004) melaporkan bahwa pupuk kandang secara nyata meningkatkan kandungan C dan N total dibandingkan dengan aplikasi pupuk kimia (anorganik). Peningkatan kandungan C dan N total adalah akibat dari penambahan residu bahan organik. Selanjutnya Rochete and Gregorich (1998) menyatakan bahwa sekitar setengah dari pupuk kandang yang diberikan akan tersisa sebagai residu pada akhir musim tanam. Selain itu, pupuk kandang juga berpengaruh positif pada populasi cacing sebagai sumber pakan bagi biota tanah termasuk cacing. Selanjutnya, cacing dengan perannya sebagai “soil engineers” akan dapat memperbaiki sifat fisik tanah untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman yang lebih baik.

Pola tanam sayuran di sela tanaman kopi muda mempengaruhi populasi dan biomassa cacing tanah. Lahan yang ditanami sayuran legum terus menerus (buncis – kacang panjang – buncis – buncis) selama empat musim memiliki populasi dan biomassa cacing tanah lebih tinggi dibandingkan pola tanaman lainnya (Gambar 5 dan Gambar 6). Dalam penelitian ini, biomassa sayuran setelah diambil hasil ekonomisnya langsung dikembalikan lagi ke lahan sebagai masukan bahan organik. Belum diketahui dengan pasti mengapa pada lahan yang ditanami legum terus menerus menghasilkan cacing lebih banyak. Kami menduga bahwa masukan sisa-sisa tanaman sayuran legum lebih mudah terdegradasi dibandingkan sisa-sisa tanaman sayuran non legum seperti tomat rampai, cabai, dan terong, sehingga lebih cepat menyumbangkan bahan organik ke dalam tanah yang mendukung kehidupan cacing tanah.



Gambar 5. Pengaruh pupuk kandang dan pola tanam sayuran pada populasi cacing; LL = lahan ditanami sayuran legum terus menerus selama 4 musim, LN = lahan ditanami sayuran legum dan non legum secara bergantian, NN= lahan ditanami sayuran non legum terus menerus selama 4 musim.



Gambar 6. Pengaruh pupuk kandang dan pola tanam sayuran pada biomassa cacing; LL = lahan ditanami sayuran legum terus menerus selama 4 musim, LN = lahan ditanami sayuran legum dan non legum secara bergantian, NN= lahan ditanami sayuran non legum terus menerus selama 4 musim.

## KESIMPULAN

1. Pupuk kandang kambing meningkatkan populasi dan biomassa cacing tanah
2. Pola tanaman sayuran legum secara terus menerus memiliki populasi dan biomassa cacing tanah paling tinggi diantara pola tanam lainnya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Publikasi ini merupakan bagian dari program internasional “Conservation and Sustainable Management of Below-ground Biodiversity (CSM-BGBD)” yang dilakukan di tujuh negara topis yaitu Brazil, Cote d’Ivoire, India, Indonesia, Kenya, Mexico, and Uganda. Koordinator proyek ini adalah Tropical Soil Biology and Fertility Institute of CIAT (TSBF-CIAT) yang didanai oleh Global Environment Facility (GEF)/United Nations Environment Programme (UNEP).

## DAFTAR PUSTAKA

- Curry, J.P. 1976. Some effects of animal manures on earthworms in grassland. *Pedobiologia* 16:425-438
- Edwards, C.A. (Ed.). 1998. *Earthworm Ecology*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Edwards, C.A., and J.R. Lofty. 1982. The effect of direct drilling and minimal cultivation on earthworm populations. *Journal of Applied Ecology* 19:723-734.
- Jones, D.T. 2003. Tools for the rapid assessment of soil Invertebrate biodiversity in the ASEAN region. Training course dates: 13—25 October 2003. University of Malaysia Sabah, Kota Kinabalu, Malaysia.
- Mikha, M.M. and C. W. Rice. 2004. Tillage and manure effects on soil and aggregate-associated carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:809-816.
- Murwani, S., Luth, and W.S. Dewi. 2005. Diversity, Abundance and Biomass of Earthworm in a Range of Landuse Types in Sumberjaya, West Lampung—Indonesia. BGBD Inventory Report (Unpublished).
- Lavelle, P. and A. V. Spain. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publ. Dordrecht.
- Reynolds, J. and G. Righi. 1994. On some earthworms from Belize, C.A. with the Description of new species (Oligochaeta: Acanthodrilidae, Glossoscolecidae, Octochaetidae). *Magadriologica*. 5: 97- 106.

- Rochete, P. and E.G. Gregorich. 1998. Dynamics of soil microbial biomass C, soluble organic C, and CO<sub>2</sub> evolution after three years of manure application. *Can. J. Soil Sci.* 78:283-290.
- Rovira, A.D., K. Smettem, and K.E. Lee. 1987. Effect of rotation and conservation tillage on earthworms in a red-brown earth under wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 38: 829-834.
- Sims, R.W. and E.G. Easton. 1972. A memorial revision of the earthworm genus *Pheretima* auct. (Megascolecidae: Oligochaeta) with the recognition of new genera and an appendix on the earthworm collected by the royal society North Borneo Expedition. *Biological J. of the Linnean Society* 4. (3): 169—268.
- Swift, M. and D. Bignell. 2001. *Standard Methods for Assessment of Soil Biodiversity and Land Use Practice*. ASB Lecture Note 6B. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). Bogor.

Diskusi:

Pertanyaan (Irnanda AFD, FP Unipa, Papua): Dari keseluruhan lokasi berapa titik sampel yang diambil?

Jawab (Agus Karyanto): Setiap plot diambil tiga titik sampel dengan total 27 titik sampel, dan penentuan lokasi titik sampel dilakukan secara acak dengan arah diagonal.

Pertanyaan (Sukmaratri, GGPC, Lampung): Apakah mungkin membuat kompos dengan volume besar, apakah sebaiknya digunakan juga untuk pembiakan cacing?

Jawab (Sri Murwani): Mungkin sekali, dengan *vermicomposting* dan yang saat ini banyak digunakan jenis cacing *Lumbricus rubellus* yaitu cacing eksotik dengan umur/siklus hidup pendek (3-4 bulan).

Peranyaan (Arif Wibowo, UGM, Yogyakarta): Berapa lama dilakukan intercropping kopi dengan sayuran, apakah tanaman kopi tidak terganggu pertumbuhannya?

Jawab (Agus Karyanto): intercropping dilakukan selama kopi belum menghasilkan yaitu umur satu sampai dengan 3 tahun, pada saat kanopi tanaman kopi belum saling menutupi dan tanaman sayuran masih mendapatkan cahaya yang cukup. Dari pengamatan, tanaman kopi tidak terganggu pertumbuhannya oleh sayuran, malah mendapatkan manfaat dari pemupukan yang diberikan ke tanaman sayuran terbukti pada plot yang diberi banyak pupuk kandang pertumbuhan tanaman kopinya relatif lebih baik.



**PENGARUH PERIODE KEKERINGAN TANAH  
TERHADAP KEBERTAHANAN HIDUP KEONG EMAS (*Pomacea* sp.)  
DI LABORATORIUM**

Solikhin

Department of Plant Protection, University of Lampung, Bandar Lampung  
Email: solikhin@unila.ac.id

**ABSTRACT**

*Effect of Soil Drought Period to Survival of the Golden Apple Snail (*Pomacea* sp.) in Laboratory.* An experiment was carried out in green house of The University of Lampung to evaluate the effect of drought period to the survival of the golden apple snails (*Pomacea* sp.) consisting of six treatments and five replications. All experimental units (plots) were arranged in randomized completely block design. Each experimental unit was made by filling buckets sized 30 cm high and 25 cm diameter with enough amount of natural mud brought from ricefield in Bandar Lampung. The six treatments ranged from one to six months of drought period of soil in the plot as media of the snails to live. As many as 10 snails were introduced into each plot (bucket) and then let all those buckets in the laboratory without giving water during those certain periods. At the end of each period number of snails died was counted to calculate their mortality as well as the number snails still alive. This data then was analyzed with anova and continued with least significant of different at 5 percent significant level. The result showed that the longer the soil drought period the least number of the golden apple snail could survive in the soil. Surprisingly, the result also showed that as many as 26 percent of the golden apple snails tested could survive in the soil during the drought period of six months.

Key Words: Drought Period, *Pomacea* sp., Survival

**PENDAHULUAN**

Salah satu organisme (hewan) yang potensial menjadi hama tanaman adalah dari golongan Mollusca yaitu keong emas, bekicot, belicong, siput lintah, siput kerucut pendek, dan siput ujung lidi (Rukmana dan Saputra, 1997). Keong emas (*Pomacea* sp.) merupakan hama yang penting pada tanaman padi. Mollusca merupakan hewan yang tidak beruas, badannya lunak dan berlendir (Pracaya, 1997).

Keong emas dibudidayakan di Indonesia sekitar tahun 1987 dan diadakan pemantauan sekitar tahun 1992. Keong emas tersebut dibawa oleh pedagang hias dari Filipina karena warna cangkangnya yang menarik dan mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi. Setiap 100 g daging keong emas mengandung energi 64 kkal, 12 g protein, 1 g lemak, 2 g karbohidrat, 78 g fosfor; 1,7 mg besi; dan 0,22 g kalsium (Sihombing, 1999). Lama kelamaan tingkat pengawasan terhadap hewan ini berkurang, akibatnya banyak keong emas yang lepas ke perairan bebas sehingga pertumbuhan populasinya tidak terkendali. Kehadiran keong emas yang semula sebagai hewan menarik kini berubah status menjadi hewan pengganggu tanaman budidaya khususnya tanaman padi (Pitojo, 1996). Di daerah Lampung awalnya keong emas dipelihara di dalam kolam-kolam ikan rakyat, tetapi karena perkembangannya sangat cepat dan keong emas yang baru menetas ukurannya sangat kecil maka kemudian lepas ke saluran irigasi dan masuk ke persawahan kemudian merusak tanaman padi (Soenarjo, 1989 *dalam* Sihombing, 1999).

Keong emas termasuk salah satu hama penting pada pertanian (Henderson, 1989) terutama pada pesemaian padi atau tanaman padi muda (Fukushima dan Makamura, 1997). Keong emas menyebabkan kerugian pada ratusan ribu hektar lahan pertanaman padi di Indonesia (Sihombing, 1999). Serangan keong emas sebagai hama tanaman padi sudah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan karena dapat mengancam produksi padi secara nasional. Berdasarkan data dari Badan Pangan Dunia (FAO) pada tahun 1989, serangan yang disebabkan oleh keong emas di areal pertanaman padi sawah di Filipina mencapai 40% sehingga menyebabkan kehilangan hasil yang sangat besar (Ghesquiere, 1998).

Usaha pengendalian keong emas dapat dilakukan secara nonkimiawi, salah satu di antaranya adalah secara mekanik yaitu dengan pengolahan tanah. Pada saat pengolahan tanah (pembajakan) lapisan tanah bagian bawah terangkat ke atas sehingga keong emas yang sedang aestivasi di lapisan tanah bagian bawah akan terangkat dan terpapar sinar matahari sehingga mati. Pengurangan air juga merupakan salah satu cara untuk menekan populasi keong emas karena air yang tergenang sangat mendukung perkembangan populasi keong emas (Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1993; Pitojo, 1996).

Keong emas termasuk hewan yang sangat adaptif, dapat hidup dan berkembang dengan baik dan cepat pada berbagai lingkungan perairan yang terbuka. Bahkan tidak jarang ditemukan hidup dan berkembang populasinya pada perairan yang berupa comberan dengan kondisi air yang sangat buruk karena berupa limbah dan tidak mengalir. Keong emas ini juga bersifat kosmopolit karena mampu hidup dan berkembang biak dengan baik pada daerah dengan perbedaan iklim yang besar, yaitu subtropis maupun tropis.

Pada saat lahan persawahan dikeringkan dan bersamaan dengan datangnya musim kemarau maka keong emas akan menyelamatkan diri dengan masuk ke dalam lumpur atau menguburkan diri. Di dalam lumpur keong emas sulit untuk mendapatkan oksigen sehingga mengubah sistem pernafasannya yang semula menggunakan insang menjadi dengan paru-paru (Ghesquiere, 1998). Selanjutnya disebutkan bahwa keong emas dapat bertahan hidup di lahan pada kedalaman 50 – 80 cm. Kemampuan keong emas bertahan tanpa makan dapat mencapai waktu kurang lebih 6 bulan (Susanto, 1993; Pitojo, 1996). Menurut Widodo (1990 *dalam* Sihombing, 1999), lama aestivasi keong emas adalah 6 minggu sedangkan menurut Nafiu (1998) adalah selama musim kemarau.

Selama aestivasi semua kebutuhan hidupnya diperoleh dari cadangan makanan yang berada di dalam tubuh berupa lemak, protein, dan sedikit karbohidrat (Hyman, 1976 *dalam* Sihombing, 1999). Keong emas akan segera muncul kembali ke permukaan tanah jika lingkungan sudah memungkinkan (Susanto, 1993), misalnya setelah turun hujan pada awal musim kemarau. Faktor-faktor yang mempengaruhi lamanya aestivasi keong emas yaitu persediaan makanan yang tersimpan di dalam jaringan sel tubuh, kadar air, dan oksigen di dalam tanah (Pitojo, 1996). Menurut Sihombing (1999), lama aestivasi juga dipengaruhi oleh spesies keong emas.

Petani sering menemukan keong emas yang sedang melakukan aestivasi ini ketika melakukan penyiangan tanaman palawija, terutama jagung yang sebelumnya tidak dilakukan pengolahan tanah atau biasa juga ditemukan pada lahan yang dibiarkan tanpa tanaman (bera). Keong emas sering hanya berada sekitar 2 cm dari permukaan tanah, bahkan ada beberapa yang terlihat menyembul atau sedikit terlihat di permukaan tanah. Setelah terkena cangkul dan terangkat

dan diperiksa ternyata keong emas tersebut masih dalam keadaan hidup. Dangkalnya keberadaan keong emas ini di dalam tanah mungkin disebabkan oleh dangkalnya lapisan olah tanah yang hanya sekitar 5 cm meskipun pengolahan tanah menggunakan *hand tractor*.

Berdasarkan fakta di atas maka sangat menarik untuk melakukan pengujian seberapa besar pengaruh lamanya pengeringan tanah terhadap populasi keong emas yang mampu bertahan pada skala laboratorium. Jumlah atau populasi yang mampu bertahan akan menjadi sangat bermanfaat di lapangan karena akan menunjukkan besarnya (padat) populasi awal pada musim tanam berikutnya, yaitu musim tanam rendeng (musim tanam padi pada saat musim hujan).

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Februari 2003 sampai Februari 2004. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Kelompok dengan enam perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan berupa keong emas yang berada di dalam tanah sawah (lumpur) yang berada dalam wadah ember tanpa penyiraman selama kurun waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 bulan serta masing-masing diberi kode perlakuan T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, dan T<sub>6</sub>. Setiap satuan percobaan menggunakan wadah berupa ember berukuran tinggi 30 cm dan diameter 25 cm.

Ember diisi dengan tanah lumpur dari sawah setinggi 20 cm kemudian secara acak keong emas dimasukkan ke dalam masing-masing ember sebanyak 10 ekor. Keong emas yang digunakan untuk uji ini berasal dari areal persawahan di sekitar Bandar Lampung, berukuran diameter 2,5 cm. Ember yang berisi lumpur tadi berfungsi sebagai media hidup bagi keong emas selama percobaan. Ember ditutup dengan menggunakan kain kasa lalu diberi label dan diletakkan di rumah kaca di tempat yang terkena sinar matahari dan aman dari gangguan terutama predator (semut merah *Soleonopsis* sp.) dan bahan kimia yang bisa mematikan keong emas. Pada semua satuan percobaan sama sekali tidak diberi pakan.

Setelah dibiarkan dalam keadaan kering masing-masing selama 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 bulan maka dilakukan pembongkaran tanah di dalam ember untuk

memeriksa keong emas. Tanah yang dalam keadaan kering maka diberi air untuk memudahkan pembongkaran dan memisahkan keong emas dari tanah. Keong emas diambil satu per satu dilanjutkan dengan memisahkan dan menghitung keong emas yang masih hidup dengan yang sudah mati sekaligus secepatnya menimbang yang masih hidup. Keong emas yang masih hidup dapat dicirikan sebagai berikut: kalau dipegang terasa dingin dan berat, cangkang buram, bila dipecah organ dalam masih sempurna, dan jika dimasukkan kedalam air maka beberapa menit kemudian akan membuka operculum. Sedangkan ciri-ciri keong emas yang sudah mati yaitu: jika dipegang akan terasa ringan, cangkang berwarna terang dan biasanya tidak tertutup lagi oleh operculum, bila dipecah organ dalamnya berwarna hitam dan membusuk, dan jika dimasukkan ke dalam air akan terapung.

Variabel yang diamati adalah mortalitas keong emas untuk menentukan jumlah (persentase) yang masih bertahan hidup. Sebagai data penunjang maka dilakukan juga pengukuran (menimbang) berat keong emas yang masih hidup sehingga diketahui persentase penurunan beratnya. Mortalitas keong emas dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$K = \frac{A}{B} \times 100\%$$

K = Persentase keong emas yang mati

A = Jumlah keong emas yang mati

B = Jumlah keong emas semula (10 ekor)

Data mortalitas keong emas yang diperoleh digunakan untuk menghitung persentase keong emas yang masih mampu bertahan hidup kemudian dianalisis dengan sidik ragam pada taraf nyata 1% dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5% (Steel dan Torrie, 1993).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa secara umum semakin lama periode pengeringan (kekeringan) tanah dari 1 - 6 bulan akan menyebabkan

semakin rendahnya jumlah (persentase) keong emas yang mampu bertahan hidup. Selengkapnya hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Keong emas yang mati dan yang mampu bertahan hidup pada berbagai periode kekeringan

Periode Kekeringan (Bulan)	Keong Emas	
	Mati (%)	Hidup (%)
1 (T <sub>1</sub> )	14	86 a
2 (T <sub>2</sub> )	36	64 b
3 (T <sub>3</sub> )	40	60 bc
4 (T <sub>4</sub> )	54	46 c
5 (T <sub>5</sub> )	68	32 c
6 (T <sub>6</sub> )	74	26 c

Keterangan: F hitung 9,057795 (sangat nyata) ; angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda menurut Uji BNT pada taraf nyata 5%

Kekeringan selama satu bulan (T<sub>1</sub>) menyebabkan keong emas yang bertahan hidup paling tinggi karena keadaan tanah masih lembab dan kondisi keong emas masih dalam keadaan optimal. Solikhin (2004) menyebutkan bahwa kandungan air pada berbagai tipe permukaan (profil) tanah yang baru dikeringkan berkisar antara 37-48%. Pada periode kekeringan 2 dan 3 bulan (T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub>) jumlah keong emas yang bertahan hidup lebih rendah dibandingkan pada kekeringan 1 bulan, hal ini disebabkan tanah mulai kering sehingga cadangan air dan cadangan makanan di dalam tubuh keong emas sudah mulai dipergunakan untuk mempertahankan hidupnya. Menurut Hyman (1976 dalam Sihombing, 1999), keong emas mempertahankan diri di dalam tanah mempergunakan cadangan makanan berupa karbohidrat, lemak, dan protein yang ada di dalam tubuhnya. Cadangan makanan ini akan menurun dan akhirnya akan menurunkan berat tubuh keong emas, seperti terlihat pada Tabel 2.

Pada periode kekeringan 4, 5, dan 6 bulan, persentase keong emas yang bertahan hidup cenderung mengalami penurunan masing-masing menjadi 46, 32, dan 26% . Hasil ini sangat menarik karena pada pengeringan 6 bulan masih ada 26% keong emas yang mampu bertahan hidup padahal kondisi tanah sangat kering

karena memang plot percobaan (ember) tidak menerima suplai air sama sekali kecuali uap air dari udara. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa kondisi tanah dalam keadaan ekstrim kering. Hal ini sangat berbeda dengan keong emas yang melakukan aestivasi di areal persawahan yang sedang tidak ada pertanaman padi pada musim kemarau (bera). Keong emas pada kondisi ini akan tetap mendapatkan suplai air dari lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya melalui kapiler tanah sehingga akan menyebabkan kelembaban tanah menjadi stabil dan memungkinkan aestivasi keong emas di areal persawahan lebih lama lagi (lebih dari 6 bulan) sampai makanan cadangan mendekati habis. Kestabilan suhu ini akan mempunyai peran yang sangat penting dalam menjaga kestabilan suhu di tempat keong emas melakukan aestivasi di dalam tanah, apalagi didukung oleh adanya vegetasi (rumput) yang biasa tumbuh di areal yang dibiarkan tersebut. Fungsi air atau uap air ini menjadi sangat penting sebagai penjaga kelembaban dan sekaligus pelepas dan penerima panas (Solikhin, 1999).

Besarnya keong emas yang mampu bertahan hidup sebesar 26% pada periode kekeringan 6 bulan mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kegiatan budidaya tanaman padi pada musim tanam berikutnya karena tetap akan menimbulkan masalah jika tidak dilakukan pengendalian yang terencana. Hasil penelitian Simamora (2003) menunjukkan bahwa pada saat awal tanam kepadatan populasi keong emas di beberapa tempat di Provinsi Lampung berkisar antara 5-16 ekor/m<sup>2</sup>, sedangkan hasil penelitian Yusfahri (2004) khusus di beberapa kecamatan di Lampung Timur sebesar 3-37 ekor/m<sup>2</sup>. Padat populasi ini termasuk sangat tinggi, mungkin disebabkan sebelum tanam padi keong emas tersebut sudah sempat berkembang biak terlebih dahulu, karena biasanya petani akan melakukan penanaman padi beberapa bulan sesudah turun hujan pertama di awal musim hujan. Pada saat tersebut keong emas sudah mulai keluar dari dalam tanah (mengakhiri aestivasi) untuk mulai berkembang biak dengan memanfaatkan makanan alternatif. Berdasarkan Kardinan (1999), padat populasi keong emas sebesar 8 ekor/m<sup>2</sup> mampu menurunkan (merusak) jumlah rumpun padi sampai 92%. Kerusakan akan lebih parah lagi jika drainase tidak lancar karena berada pada permukaan petakan sawah yang jelek, tidak rata (Solikhin, 2004).

Untung (1993) menyatakan bahwa pengerjaan tanah dan pengaturan air agar ekosistem tidak cocok bagi hama dapat menurunkan populasi hama tersebut. Sebagai contoh hasil penelitian Setiono (2003) menunjukkan bahwa pengolahan tanah yang intensif dapat menurunkan secara nyata populasi keong emas yang bertahan di dalam tanah di Lampung Timur sebesar 75,06%.

Tabel 2. Penurunan berat keong emas pada periode pengeringan tanah 1 sampai 6 bulan

Lama (Periode) Keringan (bulan)	Rata-rata Berat Akhir Keong Emas (g/ekor)	Penurunan Berat Tubuh Keong Emas (%)
0 (T <sub>0</sub> )	21,04	0
1 (T <sub>1</sub> )	19,97	5,086
2 (T <sub>2</sub> )	12,40	41,065
3 (T <sub>3</sub> )	11,61	44,819
4 (T <sub>4</sub> )	9,39	55,371
5 (T <sub>5</sub> )	9,22	56,179
6 (T <sub>6</sub> )	8,47	59,743

Keterangan: T<sub>0</sub> (rata-rata berat awal keong emas adalah 21,04 g.

Rata-rata berat tubuh keong emas pada waktu pembongkaran tanah mengalami penurunan dari periode kekeringan 1-6 bulan (T<sub>1</sub>- T<sub>6</sub>) yaitu dari 21,04 sampai 8,47 g/ekor. Penurunan berat tubuh tertinggi terjadi pada kekeringan 6 bulan sebesar 59,743%. Terjadinya penurunan berat tubuh keong emas selama aestivasi disebabkan keong emas tidak melakukan aktivitas makan. Energi yang digunakan untuk aktivitas kehidupan diperoleh dari cadangan makanan yang berada di dalam tubuhnya. Cadangan makanan itu disimpan dalam bentuk lemak, protein, dan karbohidrat. Jika cadangan makanan digunakan terus menerus tetapi tidak ada makanan yang masuk maka cadangan makanan ini akan dirombak menjadi energi, dan kalau terus berlanjut maka akan berakibat pada kematian keong emas. Menurut Brahmanandam dan Krishnamoorthy (1973 dalam Sihombing, 1999) keong emas dengan berat 8 g akan kehilangan glikogen sebanyak 24 mg dan terjadi penurunan kadar protein sebesar 20% selama aestivasi.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa semakin lama periode kekeringan tanah akan menurunkan jumlah keong emas (*Pomacea* sp.) yang mampu bertahan di dalam tanah tersebut. Besarnya keong emas yang mampu bertahan hidup pada periode kekeringan 6 bulan adalah 26%. Perlu dilakukan penelitian menggunakan metode yang sama dengan jangka waktu (periode) kekeringan yang lebih lama.

## SANWACANA

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Agus Setawati yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian, baik di laboratorium maupun saat ke lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman. 1993. *Siput Emas dan Pengendaliannya*. Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan.
- Fukushima, Y and S.I. Nakamura. 1997. Preference of Apple Snail (*Pomacea canaliculata*) for Rice Seedling and vegetables. *Report of the Kyushu Branch of the Crop Sci. Soc. of Japan* 63: 32-33.
- Ghesquiere, S. 1998. *The Apple Snails (Ampullariidae)*. [www.applesnail.net](http://www.applesnail.net).
- Henderaon, I. 1989. Slugs and Snails in Agriculture. *British Crop Protection Council Monograph No 41*.
- Kardinan, A. 1999. *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*. P.T. Penebar Swadaya.
- Nafiu, L.O. 1998. *Potensi Keong Emas (Pomacea sp.) sebagai Sumber Protein Hewani untuk Pangan dan Pakan Alternatif*. Makalah Peternakan Satwa Harapan Tropis PPS IPB. Bogor.
- Pitojo, S. 1996. *Petunjuk Pengendalian dan Pemanfaatan Keong Emas*. Trubus Agriwidya. Ungaran.
- Pracaya. 1999. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rukmana, R. dan S. Saputra. 1997. *Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Kanisius. Yogyakarta.
- Setiono, A. 2003. Keong Emas (*Pomacea* sp.) yang Bertahan di Dalam Tanah Saat Musim Kemarau pada Lahan Sawah yang Diberakan dan Diolah di Lampung Timur. *Skripsi S1*. Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Unila, Bandar Lampung.
- Sihombing, D.T.H. 1999. *Satwa Harapan I: Pengantar dan Teknologi Budidaya*. Pustaka Wirausaha Muda. Bogor.

- Simamora, E. 2003. Kepadatan Populasi Keong Emas (*Pomacea* sp.) pada Awal Penanaman Padi, Mei-Agustus Tahun 2003 pada Persawahan di Provinsi Lampung. *Skripsi S1*. Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas pertanian Unila, Bandar Lampung.
- Solikhin. 1999. Fenomena dan Terminasi Penggerek Batang Padi Pitih (*Scirpophaga innotata*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 5(2): 72-76.
- Solikhin. 2004. Pengaruh Pola Permukaan (Profil) Petakan Sawah terhadap Serangan Keong Emas (*Pomacea* sp.) dan Orong-orong (*Gryllotalpa* sp.) pada Pertanaman Padi Fase Vegetatif Awal. *Laporan Hasil Penelitian Kolaborasi, Program Semi-Que V*. Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1995. Edisi 2. *Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Alih Bahasa Bambang Sumantri.
- Susanto, H. 1993. *Siput Murbei: Pengendalian dan Pemanfatannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Untung, K. 1993. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yusfahri. 2004. Studi Kepadatan Populasi Keong Emas (*Pomacea* sp.) dan Pengaruhnya terhadap Kerusakan Tanaman Padi pada Awal Tanam di Kabupaten Lampung Timur. *Skripsi S1*. Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas pertanian Unila, Bandar Lampung.

# KOMUNITAS NEMATODA TANAH PADA LAHAN JAGUNG SETELAH 23 TAHUN PENERAPAN SISTEM BUDIDAYA TANPA OLAH TANAH SECARA TERUS-MENERUS

I Gede Swibawa

Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Email: [igswibawa@yahoo.com](mailto:igswibawa@yahoo.com) dan [igswibawa@unila.ac.id](mailto:igswibawa@unila.ac.id)

## Abstract

Conservation tillage technology such as no-tillage system has been introduced in Indonesia since year of 1980. The cultivation system is reported capable to conserve soil biodiversity. The research was conducted to study the effect of long-term no-tillage system on soil nematode community. Soil sample was collected on corn field after 23 years continuously treated by no-tillage combined with nitrogen cultivation systems. The result show that nematode abundance around 300-400 individual per 300 ml of soil, the tillage system is not affected the abundance of nematode. There are 76 genera of nematode that consisted of six feeding habit i.e. plant parasitic, bacterial feeders, fungal feeders, predators, omnivores, algal feeders are inhabited the corn field. The community of nematode is dominated by plant parasitic group; > 75 % of plant parasitic individual composed the community on no-tillage system with corn litter mulch, while around < 65% composed the community on conventional tillage system. Three genera of plant parasitic nematodes i.e. *Antarctylus*, *Hemicriconemoides*, and *Pratylenchus* were more dominant than others. The tillage system affected predators nematode abundance, but did not affected to others feeding groups. No-tillage systems with corn litter mulch system with predators nematode abundance 9 individual/300 ml of soil was significantly higher than 2 individual/300 ml of soil abundance on no-tillage systems with corn + green bean litters mulch. Tillage system affected nematode diversity of nematode; Shannon diversity index 2,38 on tillage with corns litters mulch system was significantly than that index 1.79 on no-tillage with corn + green bean litters mulch system. The maturity indices for both of free-living and plant parasitic nematodes are not affected by tillage system.

*Key words:* Nematode community, corn, no-tillage

## PENDAHULUAN

Penerapan sistem pertanian intensif untuk mencapai produksi tinggi diketahui ternyata membawa dampak negatif. Salah satu contoh, pengolahan tanah intensif dengan menggunakan alat mekanisasi pertanian seperti traktor dan penggunaan bahan kimiawi seperti insektisida dan herbisida dapat menyebabkan kerusakan kondisi fisik dan biologi tanah. Kenyataan ini telah mendorong para

peneliti untuk mengkaji teknologi budidaya tanaman yang dapat menjaga produktivitas tetap tinggi tetapi sekecil mungkin membawa dampak negatif. Salah satu teknologi yang dikembangkan adalah teknologi olah tanah tanah minimum dan tanpa olah tanah. Studi mengenai teknik tanpa olah tanah dalam budidaya pertanian mulai diteliti di Indonesia sejak tahun 1980-an (Utomo, 2000).

Sistem budidaya pertanian dengan tanpa olah tanah dilaporkan memiliki keunggulan dalam mempertahankan kesuburan tanah. Menurut Utomo (2000), dibandingkan dengan sistem olah tanah konvensional sistem tanpa olah tanah memiliki keunggulan dalam mengkonservasi kandungan bahan organik tanah tetap tinggi, memperbaiki agregasi tanah, meningkatkan konservasi air, dan meningkatkan keragaman biota tanah. Telah diketahui bahwa biota tanah memegang peran penting dalam proses-proses layanan ekosistem dalam peningkatan produksi pertanian (Lavelle *et al.*, 2006).

Salah satu kelompok biota tanah yang kelimpahan dan keragamannya tinggi di dalam tanah adalah nematoda. Menurut Yeates *et al.* (1993) komunitas nematoda terdiri dari berbagai kelompok makan, diantaranya adalah nematoda pemakan tumbuhan, pemakan bakteri, pemakan jamur, sebagai predator dan omnivora. Mesofauna ini terlibat dalam jaring-jaring makanan mikro proses perombakan bahan organik menjadi unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Wardle, 2002). Dalam jaring-jaring makanan tersebut, nematoda menempati berbagai tingkat trofi. Sementara itu, menurut Freckman dan Ettema (1993) nematoda merupakan biota yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan pertanian. Faktor lingkungan yang mempengaruhi nematoda parasit tumbuhan meliputi sumber makanan (Yeates and Boag, 2004), iklim mikro tanah, dan musuh alami (Norton, 1978).

Perbedaan teknologi dalam pengolahan tanah yang diterapkan dalam periode yang lama diperkirakan akan mempengaruhi komunitas nematoda. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi komunitas nematoda pada sistem tanpa olah tanah yang telah sejak lebih dari 20 tahun pada musim tanam jagung.

## BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada bulan Januari 2010 pada petak percobaan tanpa olah tanah jangka panjang (mulai tahun 1987) di Kebun Percobaan Politeknik Negeri Lampung pada bulan Januari 2010. Pengambilan sampel tanah bertepatan dengan musim tanam jagung dan jagung telah dipanen tiga hari sebelumnya. Selama berlangsung percobaan petak-petak tetap satuan percobaan telah ditanami tanaman semusim tanaman legum dan jagung secara bergilir.

Petak-petak satuan percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap faktorial (3 x 3) dengan 4 kelompok sebagai ulangan, sehingga terdapat 36 petak satuan percobaan. Faktor pertama adalah teknik olah tanah yang terdiri dari tiga taraf yaitu: T1 (olah tanah konvensional), T2 (tanpa olah tanah dengan mulsa seresah jagung), dan T3 (tanpa olah tanah dengan mulsa seresah jagung+kacang hijau). Faktor kedua adalah pemupukan nitrogen yang terdiri dari tiga taraf yaitu: N0 (0 kg N/ha), N1 (100 kg N/ha), dan N2 (200 kg N/ha).

Pada setiap petak satuan percobaan diambil sekitar 500 g sampel tanah (*soil cores*) menggunakan cetok kebun sampai kedalaman 20 cm. Sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik polifenil dan diupayakan tidak terdedah sinar matahari dan kemudian diangkut ke laboratorium Laboratorium Hama Tumbuhan Universitas Lampung untuk diproses.

Sebanyak 300 cc tanah diekstraksi dengan metode penyaringan bertingkat dan sentrifugasi menggunakan larutan gula (500 g dalam 1 liter larutan) (Gafur dan Swibawa, 2004). Nematoda hasil ekstraksi dimatikan menggunakan air panas 60°C dan difiksasi menggunakan larutan Golden-X (8 bagian formalin + 2 bagian gliserin + 90 bagian aquades) sehingga suspensi mengandung 3% formalin. Suspensi nematoda kemudian dibuat menjadi volume 15 ml. Nematoda yang telah difiksasi dihitung di bawah mikroskop bedah stereo pada perbesaran 40 kali. Penghitungan dilakukan terhadap 3 ml suspensi yang ditampung pada cawan petri berdiameter 5 cm dan bergaris (0,5 cm x 0,5 cm). Populasi nematoda adalah rata-rata dari 3 kali penghitungan dikalikan 5.

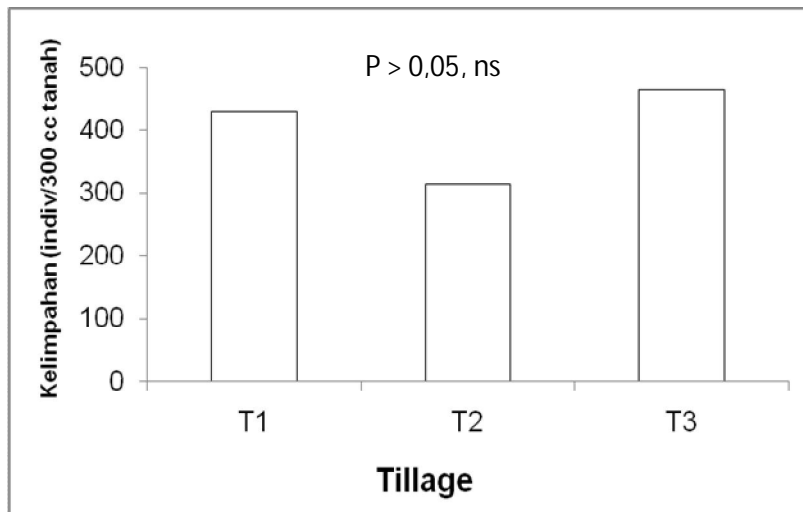
Sebelum diidentifikasi, 100 nematoda per sampel yang diambil secara acak menggunakan kait nematoda dibuat preparat preparat semi permanen. Identifikasi nematoda sampai tingkat genus dilakukan berdasarkan ciri morfologi dengan bantuan buku identifikasi Goodey (1963), Mai dan Lion (1975), Siddiqi (1986), Andrassy (1983) serta referensi lain yang mendukung. Berdasarkan takson famili, nematoda kemudian dikelompokkan ke dalam kelompok fungsi (tingkat trofi) berdasarkan Yeates *et al.* (1993) yang meliputi kelompok pemakan tumbuhan (nematoda parasit tumbuhan), pemakan jamur (fungivora), pemakan bakteri (bacterivora), pemakan hewan lain (predator), pemakan tumbuhan dan hewan (omnivora) dan pemakan alga. Berdasarkan Bongers and Bongers (1998), nilai C-P (*colonizer-persister*) yang berkisar 1 – 5 berdasar takson famili nematoda ditetapkan untuk penghitungan indeks maturitas.

Data terkumpul dianalisis ragam, pemisahan nilai tengah dilakukan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT). Semua pengujian statistik menggunakan taraf nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

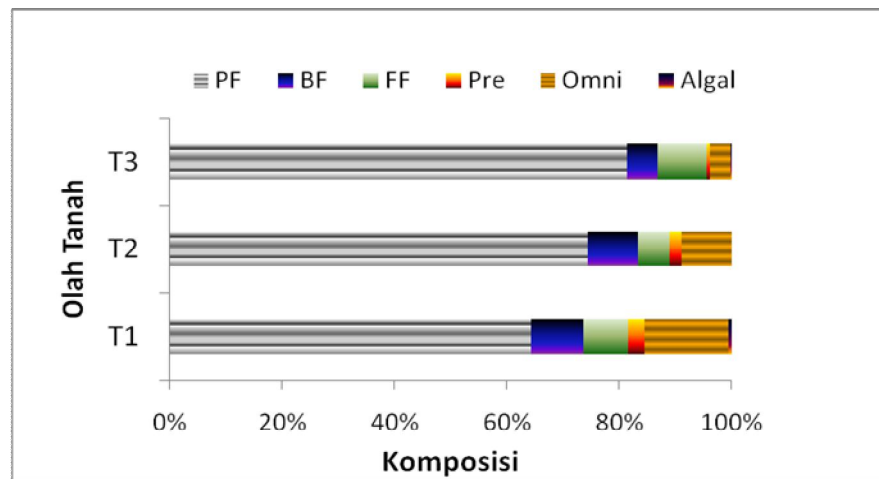
Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa kelimpahan seluruh individu nematoda pada pertanaman jagung berkisar 300 – 400 indiv/300 cc tanah. Penerapan sistem pengolahan tanah tidak nyata ( $P > 0,05$ ) berpengaruh terhadap kelimpahan nematoda. Kelimpahan nematoda pada petak pertanaman jagung yang mendapat perlakuan sistem olah tanah disajikan pada Gambar 1.

Terdapat 76 genus yang meliputi enam kelompok makan nematoda yang ditemukan pada pertanaman jagung. Nematoda yang tergolong parasit tumbuhan terdiri dari 25 genus, nematoda pemakan bakteri 29 genus, nematoda pemakan jamur 2 genus, nematoda predator 5 genus, nematoda omnivora 14 genus dan nematoda pemakan alga 1 genus.



Gambar 1. Kelimpahan seluruh individu nematoda pada lahan jagung dengan tiga sistem pengolahan tanah berbeda (T1 = olah tanah konvensional, T2 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung, dan T3 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung dan kacang hijau), ns = tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf nyata 5%

Komunitas nematoda yang ditemukan didominasi oleh nematoda parasit tumbuhan. Nematoda parasit tumbuhan yang mencapai 80% dari komunitas terdapat pada sistem tanpa olah tanah dengan mulsa jagung dan kacang hijau (T3). Sementara pada sistem olah tanah konvensional (T1), nematoda parasit tumbuhan hanya sekitar 63% dalam komunitas (Gambar 2). Dominasi nematoda parasit tumbuhan dalam suatu komunitas perlu mendapat perhatian, karena apabila salah satu jenis menjadi sangat dominan ia dapat berpotensi menjadi hama yang merugikan.



Gambar 2. Komposisi kelompok makan komunitas nematoda pada musim tanam tahun ke 23 (jagung) sistem olah tanah konservasi ; T1 = tanah diolah secara konvensional, T2 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung; T3 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung+kacang hijau.

Dari 25 genus nematoda parasit tumbuhan, tiga genus yaitu *Antarctylus*, *Hemicriconemoides*, dan *Pratylenchus* adalah yang dominan. Perubahan kondisi lingkungan tanah yang kondusif dapat mendorong salah satu dari tiga genus tersebut untuk berubah status menjadi hama yang merugikan. Menurut McDonald dan Nicol (2005) *Pratylenchus* adalah nematoda yang menjadi hama yang menimbulkan masalah serius pada pertanaman jagung di berbagai negara. Nematoda ini bersifat kosmopolitan, sering ditemukan pada tanaman jagung yang pertumbuhannya jelek. Nematoda menyerang sistem perakaran serabut, populasi nematoda ini dapat cepat meningkat bila lahan ditanami jagung secara terus menerus. Di Nigeria, serangan *P. brachyurus* dapat menurunkan produksi jagung hingga 28,5% dan kerusakan tanaman akan lebih parah apabila cendawan dan/atau bakteri patogen ikut menyerang. Selain *Pratylenchus*, nematoda kista yaitu *Hetrodera* dan *Punctodera* juga kerap menimbulkan kerugian pada pertanaman jagung. Selain yang sering dilaporkan merugikan, genus-genus nematoda seperti *Belonolaimus*, *Criconemella*, *Hoplolaimus*, *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus*, *Longidorus*, *Paratrichodorus*, *Ditylenchus*, *Quinisulchus*, *Radopholus*, dan *Xiphinema* juga menjadi hama sporadis di beberapa negara. Dalam percobaan ini semua genus yang dilaporkan tersebut ditemukan pada plot percobaan kecuali *Quinisulchus* dan *Longidorus* walaupun kelimpahannya rendah (Tabel 2).



Tabel 2. Genus nematoda, fungsinya serta nilai CP-nya yang ditemukan pada pertanaman jagung dengan tiga sistem olah tanah yang berbeda

No.	Nama Genus	CP	T1	T2	T3
A. Plant Feeders		Proporsi (%)			
1	<i>Antarctylus</i>	<b>3</b>	<b>17.49</b>	<b>10.98</b>	<b>22.78</b>
2	<i>Aphasmatylenchus</i>	2	0.83	0.96	0.15
3	<i>Criconemella</i>	3	0.38	0.15	0.00
4	<i>Ditylenchus</i>	2	0.38	0.00	0.00
5	<i>Dolychodorus</i>	3	0.45	0.00	0.00
6	<i>Globodera J-2</i>	3	0.38	0.00	0.00
7	<i>Helycotylenchus</i>	3	4.07	7.05	2.30
8	<b><i>Hemicriconemoides</i></b>	<b>3</b>	<b>6.11</b>	<b>10.54</b>	<b>10.24</b>
9	<i>Hoplolaimidae MG-1</i>	3	3.37	1.26	1.38
10	<i>Hoplolaimus</i>	3	1.02	5.71	0.82
11	<i>Hoplotylus</i>	3	2.67	4.68	5.05
12	<i>Parathropurus</i>	2	0.32	0.00	0.00
13	<i>Paratylenchus</i>	3	0.70	0.00	1.19
14	<b><i>Pratylenchus</i></b>	<b>3</b>	<b>7.25</b>	<b>8.01</b>	<b>8.99</b>
15	<i>Psilenchus</i>	2	0.32	0.82	0.00
16	<i>Radopholus</i>	3	1.21	1.93	1.26
17	<i>Rotylenchus</i>	3	3.56	2.08	3.86
18	<i>Scutellonema</i>	3	3.63	1.71	1.78
19	<i>Telotylenchus</i>	2	0.32	0.96	0.22
20	<i>Tetylenchus</i>	3	4.96	2.60	4.97
21	<i>Tylenchorhynchus</i>	3	0.38	0.00	0.00
22	<i>Tylenchulus</i>	2	0.64	0.52	3.93
23	<i>Tylenchus</i>	2	1.08	2.37	0.45
24	<i>Xipinema</i>	4	0.45	0.45	0.00
25	<i>Zygotylenchus</i>	2	2.42	3.49	3.86
B. Bacterial Feeders					
26	<i>Acrobeles</i>	2	0.32	0.82	0.37
27	<i>Acrobeloides</i>	2	0.45	0.15	0.07
28	<i>Anguilluloides</i>	1	0.13	0.00	0.00
29	<i>Caenorhabditis</i>	1	0.38	0.89	0.22
30	<i>Cephalobus</i>	2	1.21	1.71	1.56
31	<i>Chronogaster</i>	2	0.19	0.00	0.00
32	<i>Crustorhabditis</i>	1	0.13	0.00	0.00
33	<i>Cuticonema</i>	1	0.13	0.00	0.00
34	<i>Eucephalobus</i>	2	0.19	0.15	0.00
35	<i>Marispelodera</i>	1	0.13	0.00	0.00
36	<i>Mesorhabditis</i>	1	0.13	0.74	0.40
37	<i>Monhystera MG-1</i>	1	0.13	0.00	0.07
38	<i>Oscheuis</i>	1	0.51	0.30	0.52
39	<i>Panagrobelus</i>	1	0.19	0.00	0.00

Tabel 2 (Lanjutan)

No.	Nama Genus	CP	T1	T2	T3
40	<i>Panagrolaimus</i>	1	1.53	1.34	0.59
41	<i>Pellioditis</i>	1	0.45	0.00	0.07
42	<i>Pelodera</i>	1	0.38	0.74	0.07
43	<i>Phasmarhabditis</i>	1	0.25	0.22	0.30
44	<i>Placodira</i>	2	0.19	0.07	0.00
45	<i>Plectus</i>	2	0.19	0.15	0.00
46	<i>Prismatolaimus</i>	3	0.38	0.07	0.00
47	<i>Rhabditis</i>	1	0.13	0.30	0.00
48	<i>Rhitis</i>	1	0.19	0.07	0.00
49	<i>Rhomborhabditis</i>	1	0.13	0.00	0.22
50	<i>Sectonema</i>	5	0.38	0.07	0.07
51	<i>Teratorhabditis</i>	1	0.13	0.00	0.00
52	<i>Tripyla</i>	3	0.32	0.15	0.07
53	<i>Turbatrix</i>	1	0.13	0.07	0.00
54	<i>Xylorhabditis</i>	1	0.32	0.00	0.22
C. Fungal Feeders					
55	<i>Aphelenchoides</i>	2	0.83	1.26	0.59
56	<i>Aphelenchus</i>	2	7.06	3.64	7.20
D. Predator					
57	<i>Anathonchus</i>	4	0.57	0.00	0.00
58	<i>Cryptonchus</i>	0	0.32	0.00	0.07
59	<i>Iotonchus</i>	4	0.83	1.11	0.30
60	<i>Mononchus</i>	4	0.83	0.67	0.30
61	<i>Plectonchus</i>	1	0.34	0.22	0.00
E. Omnivore					
62	<i>Amphidorylaimus</i>	5	0.64	0.00	0.15
63	<i>Dorylaimus</i>	4	1.84	0.74	0.37
64	<i>Eudorylaimus</i>	4	0.70	0.00	0.00
65	<i>Labronema</i>	4	0.70	0.59	0.22
66	<i>Lordellonema</i>	4	0.76	0.37	0.07
67	<i>Mesodorylaimus</i>	4	4.07	0.59	0.89
68	<i>Miranema</i>	4	0.64	0.15	0.00
69	<i>Nygelus</i>	3	1.46	4.75	1.26
70	<i>Nygolaimellus</i>	5	0.95	0.00	0.00
71	<i>Prodorylaimus</i>	4	0.57	0.07	0.00
72	<i>Pungentus</i>	4	0.57	0.15	0.00
73	<i>Swangeria</i>	5	0.64	0.00	0.07

Tabel 2 Lanjutan

No.	Nama Genus	CP	T1	T2	T3
74	<i>Thornenema</i>	4	0.57	0.00	0.00
75	<i>Thornia</i>	4	0.83	0.37	0.15
F. Algal Feders					
76	<i>Prochromadora</i>	3	0.62	0.07	0.22

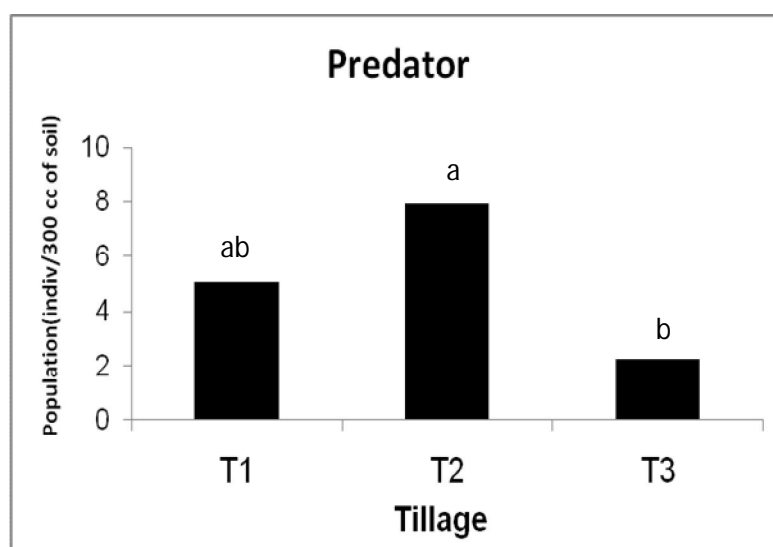
Keterangan: CP = nilai colonizer-persister nematoda (Bongers and Bongers, 1998), T1 = tanah diolah secara konvensional, T2 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung; T3 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung+kacang hijau.

Perlakuan sistem olah tanah tidak nyata berpengaruh terhadap kelimpahan kelompok makan nematoda kecuali terhadap nematoda predator. Sementara itu, perlakuan pemupukan nitrogen dan interaksi pengolahan tanah dan pemupukan nitrogen tidak berpengaruh nyata terhadap kelimpahan semua kelompok makan (Tabel 3). Fakta ini mengindikasikan bahwa sistem pengolahan tanah dan pemupukan nitrogen tidak mempengaruhi keberadaan nematoda di dalam tanah. Komunitas nematoda terlibat dalam jaring-jaring makanan mikro perombakan bahan organik di dalam tanah, kelompok makan yang berbeda berada pada tingkat trofi yang berbeda (Wardle, 2002). Dalam percobaan ini, sistem olah tanah, pemberian pupuk nitrogen maupun interaksi keduanya tidak mempengaruhi kelimpahan kelompok makan nematoda, kecuali terhadap nematoda predator. Kelimpahan nematoda predator dipengaruhi secara nyata ( $P < 0,05$ ) oleh sistem olah tanah, tetapi tidak ( $P > 0,05$ ) oleh pemberian pupuk nitrogen. Jaring-jaring makanan peromabakan bahan organik mikro mungkin belum terganggu oleh sistem pengolahan tanah karena nematoda predator berada pada trofi tingkat atas, kelompok nematoda ini memangsa mesofauna seperti nematoda dan artropoda mikro. Nematoda pemakan bakteri dan nematoda pemakan jamur yang berperan sebagai pengendali kelimpahan bakteri dan jamur lah yang langsung merombak bahan organik.

Tabel 3. Nilai P analisis ragam pengaruh perlakuan pemukiman nitrogen dan olah tanah terhadap kelimpahan kelompok makan nematoda

Perlakuan	BF	FF	PF	Pre	Omni	AF
Nitrogen	0.11ns	0.65ns	0.28ns	0.87ns	0.15ns	0.79ns
Tillage	0.43ns	0.26ns	0.18ns	<b>0.03*</b>	0.13ns	0.20ns
Nitrogen x Tillage	0.92ns	0.13ns	0.31ns	0.08ns	0.10ns	0.91ns

Keterangan: BF = pemakan bakteri, FF = pemakan jamur, PF = parasit tumbuhan, Pre = predator, Omni = Omnivora, dan AF = pemakan ganggang; ns = tidak berbeda pada taraf nyata 5%, \* = berbeda nyata pada taraf 5%.



Gambar 2. Pengaruh sistem olah tanah konservasi terhadap kelimpahan nematoda predator; huruf yang sama yang terdapat pada bar menunjukkan tinggi bar tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf nyata 5%; T1 = tanah diolah secara konvensional, T2 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung; T3 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung+kacang hijau.

Nematoda predator dipengaruhi oleh sistem olah tanah. Kelimpahan nematoda predator yang tinggi (9 individu/300 ml tanah) ditemukan pada sistem tanpa olah tanah dengan mulsa jagung (T2) dan yang rendah (2 individu/300 ml tanah) ditemukan pada tanpa olah tanah dengan mulsa jagung+kacang hijau (T3) (Gambar 2). Dari lima genus nematoda predator yang ditemukan pada seluruh plot percobaan, hanya tiga genus yaitu yaitu *Iotonchus*, *Mononchus*, dan *Plectonchus* yang ditemukan pada plot T2. Kelimpahan nematoda predator yang tinggi pada plot T2 ini mungkin disebabkan oleh kondisi kelembaban cukup tinggi tetap terjaga pada tanah yang diberi mulsa seresah daun jagung. Seresah jagung

bersifat lambat melapuk. Sebaliknya, plot T3 yang menggunakan mulsa campuran seresah jagung dan kacang hijau mungkin tidak cukup baik untuk mempertahankan kelembaban tanah karena seresah kacang hijau tergolong cepat melapuk. Goodey (1963) menyebutkan bahwa nematoda predator seperti *Iotonchus* menyukai tanah lembab dan kaya bahan organik. Dalam lingkungan tanah nematoda predator berperan dalam memelihara keseimbangan kelimpahan mikroba perombak bahan organik.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa sistem olah tanah berpengaruh secara nyata ( $P < 0,05$ ), sementara perlakuan pemupukan dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap keragaman genus nematoda.

Keragaman nematoda yang diukur dengan indeks Shannon pada plot T2 (2,38) lebih tinggi daripada pada plot T3 (1,79). Namun keragaman yang diukur dengan indeks Simpson's berkisar 0,83 - 0,85 tidak berbeda secara nyata antar plot yang diberi perlakuan sistem olah tanah (Tabel 4). Menurut Ludwig dan Reynolds (1988) indeks keragaman Shannon dan Simpson's mengandung pengertian kekayaan dan kegenapan jenis. Indeks keragaman Shannon mengukur keragaman organisme berdasarkan jenis yang langka (*rare species*) sehingga bila nilai indeks ini tinggi maka keragaman jenis (genus) nematoda tinggi (Krebs, 1985). Sedangkan indeks keragaman Simpson's lebih mengukur jenis biota yang umum (*common species*), artinya bila nilai indeks keragaman ini rendah maka terdapat suatu jenis (genus) nematoda yang dominan (Pielou, 1977). Berdasarkan pendapat tersebut maka plot T2 memiliki keragaman genus nematoda yang lebih tinggi daripada plot T3. Namun demikian, tanaman jagung pada plot percobaan ini dapat dikatakan memiliki keragaman nematoda yang tinggi. Lahan yang ditumbuhi keluarga rumput-rumputan (Graminae) pada umumnya memiliki keragaman nematoda yang tinggi. Beberapa peneliti melaporkan Indeks Shannon komunitas nematoda pada lahan alang-alang sebesar 2,14 (Swibawa *et al.*, 2006), padang rumput golf yaitu 1,2 – 1,8 (Swibawa dan Aeny, 2007). Hal ini sesuai dengan temuan Yeats (1996) yang melaporkan bahwa keragaman nematoda pada padang rumput lebih tinggi daripada lahan hutan.

Sistem olah tanah dan pemupukan maupun interaksinya tidak mempengaruhi indeks maturitas nematoda baik untuk nematoda *free-living*

maupun nematoda parasit tumbuhan. Pada Tabel 4 disajikan pengaruh perlakuan sistem pengolahan tanah terhadap indeks maturitas nematoda. Indeks maturitas nematoda parasit tumbuhan (PPI) mengindikasikan kecocokan ekosistem untuk perkembangan nematoda parasit tumbuhan, sedangkan indeks maturitas nematoda *free-living* (MI) mengindikasikan tingkat gangguan ekosistem (Bongers, 1990). Berdasarkan pendapat tersebut, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan sistem olah tanah pada pertanaman jagung tidak menyebabkan gangguan agroekosistem dan tidak pula mempengaruhi perkembangan nematoda parasit tumbuhan. Indeks maturitas nematoda parasit tumbuhan (PPI) pada plot pertanaman jagung berkisar 2,12 - 2,34 dan indeks maturitas nematoda *free-living* berkisar 0,42 - 0,66. Berdasarkan indeks PPI dan MI pertanaman jagung lebih cocok bagi nematoda parasit tumbuhan dan lebih terganggu daripada padang golf. Indeks PPI di padang golf berkisar 0,6 - 2,4 dan indeks MI berkisar 0,7 - 1,8 (Swibawa dan Aeny, 2007).

Tabel 4. Indeks keragaman dan indeks maturitas nematoda pada pertanaman jagung dengan tiga sistem pengolahan tanah

Perlakuan	Indeks Keragaman		Indeks Maturitas	
	Shannon	Simpson	Free-living (MI)	Parasit Tumbuhan (PPI)
T1	2.18 ab	0.84a	0.66a	2.12a
T2	2.38 a	0.85a	0.62a	2.14a
T3	1.79 b	0.83a	0.42a	2.34a

Keterangan: Angka sekolom yang diikuti huruf sama tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf nyata 5%; T1 = tanah diolah secara konvensional, T2 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung; T3 = tanpa olah tanah dengan mulsa jagung+kacang hijau.

## KESIMPULAN

Pertanaman jagung dihuni oleh 76 genus nematoda yang meliputi enam kelompok makan yaitu nematoda parasit tumbuhan, nematoda pemakan jamur, nematoda pemakan bakteri, nematoda predator, nematoda omnivora, dan nematoda pemakan alga. Komunitas nematoda pada pertanaman jagung

didominasi oleh nematoda parasit tumbuhan, pada plot dengan perlakuan tanpa olah tanah dengan mulsa seresah jagung > 75 % individu nematoda adalah nematoda parasit tumbuhan, sedangkan pada sistem olah tanah konvensional nematoda parasit tumbuhan < 65%. Tiga genus nematoda parasit tumbuhan yang dominan adalah *Antarctylus*, *Hemicriconemoides*, dan *Pratylenchus*. Sistem olah tanah, pemberian pupuk nitrogen dan interaksi keduanya tidak nyata mempengaruhi kelimpahan kelompok makan nematoda, kecuali nematoda predator. Kelimpahan nematoda predator pada sistem tanpa olah tanah dengan mulsa jagung (9 individu/300 ml tanah) lebih tinggi daripada kelimpahan nematoda predator (2 individu/300 ml tanah) pada sistem tanpa olah tanah dengan mulsa jagung dan kacang hijau. Sistem olah tanah mempengaruhi keragaman nematoda tetapi pemberian pupuk nitrogen dan interaksi keduanya tidak berpengaruh. Indeks keragaman Shannon genus nematoda pada tanpa olah tanah dengan mulsa jagung mencapai 2,38 lebih tinggi daripada indeks keragaman Shannon pada tanpa olah tanah dengan mulsa jagung + kacang hijau (1.79). Maturitas nematoda tidak dipengaruhi oleh perlakuan sistem olah tanah, pemberian pupuk nitrogen, maupun interaksi keduanya.

### SANWACANA

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Muhajir Utomo, M.Sc. yang telah mengizinkan kepada penulis untuk mengambil sampel nematoda pada plot percobaan penerapan teknologi tanpa olah tanah jangka panjang beliau. Terima kasih juga diucapkan kepada program penelitian CSM-BGBD Indonesia Universitas Lampung yang telah membantu pendanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andrassy, I. 1983. A Taxonomic Review of Suborder Rhabditina (Nematoda: Secernentia). ORSTOM, Paris.
- Bongers, T. 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematodes species composition. *Oecologica* 83: 14-19.

- Bongers, T. and M. Bongers. 1998. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology* 10: 239-251.
- Freckman, D.W. and C.H. Ettema, 1993. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture Ecosystem and Environment* 45: 239-261.
- Gafur, A. and I G. Swibawa. 2004. Methods in Nematodes and Soil Microbe Research for Belowground Biodiversity Assessment in F.X Susilo, A. Gafur, M. Utomo, R. Evizal, S. Murwani, I G. Swibawa (eds.), Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity in Indonesia, Universitas Lampung.
- Goodey, J.B. 1963. Soil and Freshwater Nematodes. Mathuen & Co Ltd., London., John Wiley & Sons, INC, New York.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, Third edition. Harper and Row Publisher, New York.
- Levelle, P., T. Decaens, M. Aubert, S. Barot, M. Blouin, F. Buereu, P. Margerie, P. Mora, and J.P. Rossi. 2006, Soil invertebrates and ecosystem services. *Europion Journal of Soil Biology* 42: S8-S15 .
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology, a Primer on Method and Computing. John Willey and Sons. . New York, Chichester, Brisbane, Toronto.
- Mai, W.F. and Lyon, H.H. 1975. Pictorial Key to Genera of Plant-Parasitic Nematodes. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- McDonald, A.H. and J.M. Nicol. 2005. Nematode parasite of cereal. in M Luc, R.A. Sikora, and J. Bridge (eds.), Plan Parasitic Nematodes in Sub-Tropical and Tropical Agriculture. CBI Publishing, Wallingford, UK.
- Norton, D.C. 1978. Ecology of Plant Parasitic Nematodes. John Willey and Sons, New York, Chichester, Brisbane, and Toronto.
- Pielou, E.C. 1977. Mathematical Ecology. Wiley, New York, USA.
- Siddiqi, M.R. 1986. Tylenchida Parasites of Plant and Insect. Commonwealth Institute of Parasitology, St. Albans United Kingdom.
- Swibawa, I G. dan T.N. Aeny. 2007. Karakteristik komunitas nematoda di Padang Golf Sukarame (PGS) Bandar Lampung. *J. HPT Tropika* 7 (2) : 80-90
- Swibawa, I.G., T.N. Aeny, I. Mashyuda, F.X. Susilo, dan K. Hairiah. 2006. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian: Keragaman dan kelimpahan nematoda. *Agrivita* (28) 3: 252-266.
- Utomo, M. 2000. Pengelolaan lahan kering berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional-III Pengembangan Wilayah Lahan Kering. Bandar Lampung, 3-4 Oktober 2000.
- Wardle, D.A. 2002. Ecosystem and Communities: Linking the Aboveground and Belowground Component. Princeton University Press, Princeton and Oxford.



- Yeates, G.W., T. Bonger, R.G.M. De Goe, D.W. Freckman and S.S. Georgieva. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera -an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25(3): 315-331
- Yeates, G.W. 1996. Diversity of nematode fauna under three vegetation types on pallic soil in Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 23: 401-407.
- Yeates, G.W. and B. Boag. 2004. Background for Nematode Ecology in the 21<sup>st</sup> Century in Z.X. Chen, S.Y. Chen and D.W. Dickson (eds.). *Nematology Advances and Perspectives Vol. I: Nematode Morphology, Physiology and Ecology*. Tsinghua Univesity Press-CABI Publishing. Wallingford, UK.

**PEMETAAN PERUBAHAN POPULASI DAN AKTIVITAS  
MIKROORGANISME TANAH PADA BEBERAPA BENTUK  
PENGUNAAN LAHAN : STUDI KASUS PADA KEBUN PERCOBAAN  
FAKULTAS PERTANIAN UNAND**

**Agustian<sup>1\*</sup>, Auzia Asman<sup>1)</sup> dan Lusi Maira<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas  
Kampus Limau Manis, Padang (25163) telp. 0751-72773, Fax. 0751-777061

\*Corresponding author, email: **agusti\_an@yahoo.fr**

**A B S T R A C T**

The presence of microorganisms in the soil is an important indicator to guarantee the sustainability of nutrient transformations in soil as a reflection of a healthy soil. The purpose of this study are: 1) to assess the distribution of soil microorganism populations with soil depth, especially bacteria and fungi on some existing land use in the test farm, 2) to assess the increase or decline of the total population and activity of soil microorganisms in existing land use to that occur naturally in shrubs condition, 3) to provide the soil map of biological information. The selected location for this study was the experimental station of Faculty of Agriculture, Andalas University that has been used as field experiment, oil palm plantation, fruit garden, gambier plantation, salacca garden and shrubs. The highest total population of bacteria and fungi at soil depth of 0-20 cm and 20-40 cm have been found in shrubs land. The highest rate of decline in total population and activity of soil microorganisms have been found in oil palm plantation with a rate decrease of 42.49% followed by field of experiment for 40.95% and salacca garden for 33.78% of the population occur naturally in shrubs condition. While the lowest decline occurred in the fruit garden of 23.61%, followed by gambier plantation at 27.11%. Changes in soil microorganism population is the result of changes in land use which result in changes in soil ecosystems. Quantitative data obtained were then put into the program Geographical Information Systems (GIS) to produce the soil map of biological information in 1:12.000 scale by using Map Info software.

*Key words:* soil microorganism, population, activities, land use

**PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki curah hujan berkisar antara 1500–6000 mm/tahun dengan suhu rata-rata lebih dari 18°C sepanjang tahun. Jenis tanah yang dominan adalah Ultisol dan Oxisol yang tergolong tanah-tanah tua, terlapuk lanjut dan dengan tingkat kesuburan rendah. Ordo Ultisols luasannya mencapai 11 juta km<sup>2</sup>

atau 8,5 % luas permukaan bumi sedangkan Oxisols memiliki luas 9,8 juta km<sup>2</sup> atau 7,5 % luas permukaan bumi (Soil Survey Staff, 1999). Di Indonesia Ultisols memiliki luas 45,8 juta Ha atau berkisar 24,3 % dari luas daratan, sedangkan pada propinsi Sumatera Barat luasnya mencapai 1,2 juta Ha atau 28,3 % dari luas tanah yang ada (Puslitanak, 2004). Ekosistem lahan-lahan di daerah tropika basah tergolong rentan terhadap degradasi jika pengelolaannya tidak tepat (Juo and Fransluebbbers, 2003).

Fakultas Pertanian Universitas Andalas memiliki kebun percobaan sebagai sarana pendukung perkuliahan, tempat praktikum lapangan dan berbagai penelitian bagi mahasiswa maupun dosen Fakultas Pertanian. Berkenaan dengan fungsinya tersebut maka penting sekali diketahui sifat dan ciri tanahnya secara lengkap, agar informasi yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan kebun dan penerapan teknologi pertanian yang berorientasi pada pertanian berkelanjutan.

Penelitian tentang klasifikasi tanah dan kesesuaian lahan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian terhadap komoditi gambir, jati dan kelapa sawit telah dilakukan oleh Fitriasia (2004). Ordo tanah yang mendominasi Kebun Percobaan Fakultas Pertanian tergolong pada Ultisol dengan luas 23,03 Ha (88,57%), sisanya merupakan ordo Inceptisols seluas 2,97 Ha (11,43%) berdasarkan *Soil Taxonomy* USDA tahun 1999. Sedangkan penggunaan lahannya terdiri atas semak belukar 13,33 Ha, lokasi praktikum dan penelitian 3,50 Ha, kebun gambir 3,06 Ha, kebun tanaman buah 1,47 Ha, kebun salak 1,01 Ha dan sawah 0,16 Ha.

Poschlod *et al.* (2004) melaporkan bahwa perbedaan penggunaan lahan dapat menyebabkan terjadinya ketimpangan pada keanekaragaman biologis (*biodiversity*), khususnya mikroorganisme tanah. Ketidak seimbangan tersebut dapat disebabkan oleh adanya perbedaan teknik pengelolaan yang dipakai pada masing-masing penggunaan lahan. Pengolahan tanah dan penggunaan yang intensif menurut Leifeld *et al.* (2004) dapat mengakibatkan kondisi tanah berubah dari kondisi alamiahnya yang ditandai dengan terjadinya penurunan keragaman dan aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga mikroorganisme yang tinggal hanya jenis yang relatif resisten saja terhadap perubahan lingkungan.

Kajian mengenai kondisi biologis tanah ini dipandang penting dilakukan karena menentukan kualitas suatu tanah (Karlen *et al.*, 2003). Evaluasi biologis tersebut dapat dilakukan dengan mempelajari jumlah populasi dan aktivitas mikroorganisme (Paul and Clark, 1989; Nyle, 1999), karena mikroorganisme tanah memiliki jumlah populasi paling besar dan banyak berperan penting dalam berbagai daur hara di dalam tanah. Karakteristik mikroorganisme tanah dipandang cukup baik untuk di jadikan bioindikator kondisi tanah. Ciri tanah yang sehat adalah : populasi organismenya beragam dan aktif, memiliki residu organik segar yang tinggi sebagai sumber energy bagi organisme tanah, memiliki bahan organik terhumifikasi yang tinggi yang akan berfungsi sebagai pengikat air dan tempat pertukaran kation (Magdoff, 2001). Kesensitifannya terhadap praktek pengelolaan lahan dan perubahan iklim sangat bermanfaat sebagai penciri kondisi kualitas tanah. Dari fungsi ekologis tersebut menurut Widmer and Oberholzer (2000) akan tergambar hubungan sebab akibat yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan pengelolaan, sehingga produktivitas dan keseimbangan lingkungan dapat terjaga.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah : a) untuk mengetahui distribusi populasi mikroorganisme tanah khususnya bakteri dan jamur pada beberapa penggunaan lahan pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, b) untuk mengetahui bagaimana perubahan jumlah populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah dari kondisi lahan yang alami yakni semak belukar, yang beralih penggunaan pada beberapa penggunaan lahan, c) dan juga untuk menyajikan informasi biologi tanah Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dalam bentuk peta sebagai bahan pertimbangan bagi penerapan teknologi dan pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

## **BAHAN DAN METODA**

### **Lokasi dan penggunaan lahan**

Penelitian ini dilakukan pada kebun percobaan Fakultas Pertanian Unand yang berlokasi pada Bukit Karamunting yang berada pada punggung sempit, kaki pengunungan Bukit Barisan bagian Barat. Daerah penelitian ini terletak pada

100°28' sampai 100°28'40" Bujur Timur (BT) dan antara 0°54'25" sampai 0°55' Lintang Selatan (LS), dengan elevasi kurang lebih 300 meter dari permukaan laut. Memiliki luas secara keseluruhan mencapai 26,31 ha, dengan 6 tipe penggunaan lahan kering dan 1 tipe penggunaan lahan basah. Penggunaan lahan kering meliputi semak belukar, kebun kelapa sawit, kebun salak, kebun tanaman buah, kebun gambir serta lokasi penelitian dan praktikum mahasiswa.

### **Prosedur pengambilan sampel dan analisis kimia tanah**

Pengambilan sampel tanah menggunakan metoda survey dengan purpose random sampling pada tingkat kelerengan yang sama (8-15%) untuk setiap penggunaan lahan. Untuk menentukan titik pengambilan sampel tersebut, digunakan peta penggunaan lahan skala 1: 10.000 yang diperoleh dari penelitian Fitriisa (2004). Sampel tanah diambil secara komposit pada kedalaman 0–20 cm, pada setiap titik pengambilan diambil 4 sampel tanah melalui pemboran. Tanah kemudian dicampur untuk mendapatkan sampel komposit, cara yang sama dilakukan pada titik pengambilan sampel tanah sebanyak 5 kali untuk setiap penggunaan lahan. Sampel biologis diambil berpedoman pada prosedur Balai Penelitian Tanah (2004).

### **Penghitungan populasi dan aktivitas bakteri serta jamur**

Penghitungan populasi dan aktivitas mikroorganisme dilakukan pada Laboratorium Biologi Tanah dan analisis kimia tanah dilakukan pada Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Data yang diperoleh diolah lebih lanjut dengan menggunakan software MapInfo untuk pembuatan peta. Perhitungan total populasi bakteri dan jamur tanah dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran bertingkat sampai pengenceran  $10^{-6}$ . Suspensi hasil pengenceran selanjutnya dibiakkan pada media kultur *Nutrient Agar* (NA) untuk isolasi bakteri dan medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA) untuk jamur. Biakan tersebut diinkubasikan selama 3 x 24 jam. Jumlah koloni yang tumbuh mencerminkan populasi dari masing-masing sampel tanah. Pengukuran aktivitas respirasi dan biomassa mikroorganisme tanah mengikuti prosedur yang dikemukakan Anderson and Ingram (1993).

## Pembuatan peta

Persentase kenaikan atau penurunan populasi dan aktivitas diperoleh dengan membandingkan data pada kedalaman 0–20 cm pada lahan yang diamati terhadap kondisi alami yakni semak belukar. Data yang diperoleh diinput kedalam peta dasar dengan menggunakan salah satu program Sistem Informasi Geografi (SIG) yakni Map Info Professional 7,5 sehingga didapatkan suatu peta tingkat perubahan populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah untuk penggunaan lahan yang ada dengan skala 1: 12.000. Selanjutnya dalam hubungannya dengan tujuan pemetaan maka besaran perubahan total populasi, aktivitas respirasi dan biomassa mikroorganisme tanah dalam bentuk persentase telah dibagi kepada lima kategori perubahan yang dibandingkan terhadap semak belukar sebagai penggunaan lahan alami tanpa pengelolaan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase perubahan total populasi, aktivitas respirasi dan biomassa mikroorganisme tanah

Persentase perubahan (%)	Simbol	Bentuk perubahan
0 – 20	A	naik / turun
21 – 40	B	naik / turun
41 – 60	C	naik / turun
61 - 80	D	naik / turun
≥ 81	E	naik / turun

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan umum dan ciri kimia tanah daerah penelitian

Daerah penelitian ini memiliki curah hujan tahunan yang tinggi yaitu rata-rata  $\pm 3.792,91$  mm/tahun dan temperatur rata-rata tahunan  $27,22$  °C. Berdasarkan sistem pembagian iklim menurut Oldeman *et al.* (1979) daerah kebun ini termasuk kepada daerah zona agroklimat tipe A, yaitu zona iklim pertanian dengan jumlah bulan basah (bulan dengan curah hujan lebih dari 200 mm berurutan lebih dari 9 bulan dan jumlah bulan kering (bulan dengan curah hujan

lebih kecil dari 100 mm) berurutan kecil dari 2 bulan. Jenis tanah yang ditemukan pada lokasi penelitian ini dari hasil penelitian (Fitrisia, 2004) adalah Ultisol. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa curah hujan daerah ini sangat tinggi dan merata sepanjang tahun.

Gambaran mengenai keadaan temperatur udara rata-rata bulanan di Kebun Percobaan Pertanian Universitas Andalas dapat dilihat pada Tabel 2. Dari data temperatur udara Kebun Percobaan pada Tabel 3 terlihat bahwa temperatur udara rata-rata tahunan tertinggi berkisar 27,36 °C pada tahun 1998, sedangkan temperatur udara rata-rata tahunan terendah berkisar 27,07°C pada tahun 1997. Dari data tersebut juga terlihat bahwa fluktuasi temperatur udara rata-rata tahunan daerah kebun percobaan berkisar 0,29 °C.

Tabel 2. Data curah hujan (mm/bulan) di Stasiun Klimatologi Gunung Nago (1995 – 2005)

Bulan	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Januari	366	363	142	-	791	47	193	254	231	186	467
Februari	312	168	46	185	187	25	129	267	124	123	180
Maret	248	233	121	256	145	126	194	387	256	352	235
April	191	540	275	229	106	205	369	328	327	608	209
Mei	357	36	344	183	189	248	137	401	183	372	349
Juni	407	431	73	476	178	298	250	164	312	127	189
Juli	383	381	256	532	136	156	258	349	142	459	276
Agustus	424	303	64	966	140	267	307	114	509	185	464
September	373	542	0	774	461	317	393	372	228	616	816
Oktober	656	544	30	359	725	281	161	404	258	267	831
November	474	254	198	531	790	864	205	538	313	344	554
Desember	474	362	287	567	425	512	8	457	289	367	257
Total	4665	4157	1836	5058	4273	3346	2604	4035	3172	4006	4570
Rata-rata bulanan	389	346	153	422	356	279	217	336	264	334	381

Sumber : Stasiun Klimatologi Gunung Nago

Tabel 3. Data temperatur rata-rata (°C) di Stasiun Klimatologi Gunung Nago (1995 – 2005)

Bulan	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Januari	27,18	27,05	27,31	-	27,40	27,35	26,98	27,12	27,19	27,18	27,25
Februari	27,18	27,27	27,40	27,07	27,26	27,29	27,17	26,90	27,24	27,38	27,50
Maret	27,29	27,30	27,30	27,34	27,37	27,19	27,11	27,17	27,26	27,25	27,16
April	27,30	27,19	27,33	27,36	27,28	27,16	27,24	27,09	27,23	27,31	27,07
Mei	27,19	27,25	27,45	27,72	27,34	27,23	27,08	27,19	27,25	27,29	27,37
Juni	27,38	27,24	27,38	27,36	27,29	26,99	27,23	27,14	27,28	27,27	27,19
Juli	27,39	27,23	27,46	27,32	27,37	27,31	27,35	27,02	27,22	27,29	27,17
Agustus	27,25	27,33	27,46	27,38	27,22	27,20	27,26	27,07	27,17	27,31	27,22
September	27,32	27,31	26,33	27,36	27,34	26,99	27,29	27,16	27,19	27,26	27,18
Oktober	27,16	27,31	26,56	27,36	27,27	27,10	27,16	27,09	27,15	27,22	27,15
November	27,27	27,12	26,54	27,30	27,37	27,23	27,19	27,19	27,19	27,20	27,13
Desember	27,41	27,15	26,34	27,44	27,33	27,33	27,03	27,20	27,11	27,21	27,16
Rata-rata tahunan	27,28	27,23	27,07	27,36	27,32	27,20	27,17	27,11	27,20	27,25	27,21

Sumber : Stasiun Klimatologi Gunung Nago

Hasil analisis kimia tanah pada beberapa penggunaan lahan pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian disajikan pada pada Tabel 4. Pada Tabel 4 dapat terlihat bahwa pH tanah kedalaman 0-20 cm pada seluruh penggunaan lahan termasuk masam < pH 5.0 kecuali pada lahan kebun tanaman buah (KTB) dan kebun gambir (KG) yang berada diatas pH 5.0. Hal ini diduga pada lahan yang digunakan untuk kebun tanaman buah dan kebun gambir ini sebelumnya pernah dijadikan lokasi penelitian tanaman pangan dan diberi kapur untuk mengatasi kemasaman tanah. Pemberian kapur berupa CaCO<sub>3</sub> pada takaran 1,5 x Al-dd pada tanah-tanah masam dapat meningkatkan pH tanah menjadi agak masam sampai mendekati pH netral.



Tabel 4. Data hasil analisis kimia tanah Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dengan beberapa penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	pH H <sub>2</sub> O	C-Organik (%)	P-Tersedia (ppm)	Al-dd (me/100g tanah)	N-Total (%)	C/N
Kedalaman 0 – 20 cm						
SB	4,86 m	3,44 t	20,36 s	2,62	0,3507 s	9,82
KKS	4,68 m	2,51 s	10,62 r	3,14	0,1254 r	20,04
KS	4,96 m	3,25 t	19,20 s	1,89	0,2313 s	14,06
KTB	5,26 m	2,76 s	23,51 s	1,48	0,2066 s	13,36
LPP	4,93 m	2,39 s	11,09 r	2,26	0,3480 s	6,87
KG	5,12 m	3,07 t	12,17 r	*	0,1966 r	15,64

Keterangan : SB: semak belukar; KKS : kebun kelapa sawit ; KS : kebun salak ; KTB: kebun tanaman buah; LPP : lokasi praktikum dan penelitian; KG : kebun gambir; m : masam; sm : sangat masam; r: rendah; s : sedang; t : tinggi; \*: tak terukur.

Pada semak belukar terlihat kandungan C-organik tanah lebih tinggi di bandingkan penggunaan lahan lainnya. Rapatnya semak belukar yang tumbuh menjadikan sumber bahan organik yang masuk ke tanah juga lebih banyak disamping cepatnya perputaran bahan organik. Kadar bahan organik tanah terendah dijumpai pada kebun kelapa sawit dan lahan penelitian dan praktikum. Kibunja *et al.* (2010) menemukan pada lahan yang digunakan secara intensif untuk tanaman pangan dan hanya dipupuk dengan pupuk N dan P semata, kehilangan bahan organik tanah bisa mencapai 37-53,5%. Penelitian Yao *et al.* (2010) memperlihatkan hal yang sama dimana di lahan tanaman semusim dan tanaman tahunan lebih cepat kehilangan bahan organik tanahnya dibanding hutan alami. Sejalan dengan tingginya kadar bahan organik tanah maka kandungan N tanah juga tinggi.

Kadar hara P ditemukan pada kisaran rendah hingga sedang. Pada penggunaan lahan semak belukar (SB), kebun salak (KS) dan kebun tanaman buah (KTB) hara P ditemukan tergolong sedang. Pengharaan P pada semak belukar merupakan siklus P alami yang diasup dari sisa-sisa atau bagian tumbuhan yang telah mati, yang terakumulasi ke tanah. Bahan organik tersebut kemudian diuraikan oleh jasad renik pengurai, khususnya mikroorganisme tanah. Dari proses tersebut P yang berada pada jaringan tumbuhan yang telah mati diuraikan dan dilepas ke dalam larutan tanah. Di duga pada semak belukar karena

kandungan bahan organiknya tinggi, maka jumlah P yang di lepaskan juga akan lebih banyak, sehingga P tersedia akan lebih tinggi.

Pada kebun gambir konsentrasi Al-dd begitu rendah sehingga tidak terukur. Rendahnya konsentrasi Al-dd diduga disebabkan oleh pengaruh pengapuran dan pemberian pupuk kandang. Pada saat survei dilakukan kebun gambir baru saja di olah dengan penggemburan selingkar tajuk tanaman, serta diberi pupuk kandang. Hal tersebut dapat dilihat dari masih terdapatnya bongkahan kotoran hewan ternak yang tercampur dengan tanah di sekitar tajuk tanaman gambir yang digemburkan tersebut. Ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) yang berasal dari kapur akan menghasilkan ( $\text{OH}^-$ ) yang mampu menarik Al dari kompleks jerapan sehingga membentuk  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang tidak aktif. Menurut Tan (1998) senyawa-senyawa organik yang dihasilkan pada proses dekomposisi bahan organik juga dapat membentuk khelat dan membentuk ikatan kompleks dengan Al.

Kandungan hara N pada semak belukar (SB), kebun salak (KS), kebun tanaman buah serta lokasi penelitian dan praktikum (LPP) tergolong sedang, namun terukur rendah pada kebun kelapa sawit (KKS) dan kebun gambir (KG). Pada semak belukar kandungan N lebih dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik dan aktivitas mikroorganisme tanah. Ketersediaan sumber bahan makanan yang cukup (sumber C) akan meningkatkan populasi, dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah, terutama di daerah rhizosfer. Hal tersebut akan meningkatkan pula ketersediaan hara di dalam tanah. Tingginya kadar N lapisan atas pada lahan yang alami seperti hutan lebih disebabkan oleh tingginya fiksasi N pada tanah tersebut.

Rasio C/N tanah pada beberapa penggunaan lahan kebun percobaan, umumnya termasuk rendah. Hal tersebut menjelaskan bahwa bahan organik tanahnya telah melapuk lanjut. Stabilitas bahan organik di dalam tanah sangat labil dan sangat responsif terhadap perubahan temperatur dan kelembaban. Temperatur dan kelembaban yang tinggi dapat mempercepat terjadinya dekomposisi. Sutanto (2002) berpendapat bahwa pada nisbah C/N yang terlalu kecil ( $< 20$ ) atau terlalu tinggi ( $> 40$ ) akan mengganggu kegiatan dekomposisi di dalam tanah. Sehingga walaupun mikroorganisme penambat N akan mengikat N

udara yang ada, namun kapabilitas mikroorganismenya tersebut akan tergantung pada ketersediaan C, karena C merupakan sumber energi bagi mikroorganismenya di dalam tanah untuk menjalankan aktivitas metabolismenya. Poschlod *et al.* (2004) menambahkan keterbatasan jumlah bahan makan tersebut akan mengakibatkan terjadinya degradasi variasi dan populasi bakteri tanah pada rhizosfir vegetasi tersebut karena hanya bakteri yang mampu beradaptasi (*resistent*) saja yang akan berkembang.

### **Total populasi, aktivitas respirasi dan biomassa mikroorganismenya tanah**

Dari Tabel 5. terlihat total populasi bakteri tanah baik pada kedalaman 0–20 cm jauh lebih tinggi dibandingkan dengan populasi jamur. Populasi bakteri 2-3 kali lebih tinggi dibandingkan populasi jamur. Populasi bakteri tertinggi ditemukan pada semak belukar dengan jumlah  $15,4 \times 10^7$  cfu/g tanah, kemudian diikuti oleh kebun gambir  $14,8 \times 10^7$  cfu/g tanah, kebun salak  $13,9 \times 10^7$  cfu/g tanah dan populasi terendah dijumpai pada kebun kelapa sawit  $11,7 \times 10^7$  cfu/g tanah. Lebih tingginya populasi bakteri pada semak belukar dibandingkan penggunaan lahan lain diduga akibat pengaruh dari tingginya bahan organik dan kelembaban tanah.

Rapatnya vegetasi yang tumbuh pada semak belukar menghasilkan eksudat akar yang lebih banyak. Banyaknya perakaran semak belukar pada lapisan atas juga bisa menjadi penyebab mengapa populasi bakteri dan jamur lebih banyak dijumpai di lapisan atas (Brown and Lugo, 1990). Menurut Wood (1995) bahan organik merupakan salah satu sumber energi terpenting bagi bakteri tanah untuk menjalankan aktivitasnya. Cukupnya sumber nutrisi yang tersedia di dalam tanah meningkatkan populasi dan aktivitas bakteri di dalam tanah sehingga reaksi biokimia di dalam tanah ikut meningkat.

Tabel 5. Hasil analisis total populasi bakteri dan jamur tanah, aktivitas respirasi dan biomassa pada kebun percobaan dengan beberapa penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	Populasi		Respirasi mg CO <sub>2</sub> /kg tanah/hari	Biomassa ( % )
	Bakteri	Jamur		
	x 10 <sup>7</sup> cfu/g tanah	x 10 <sup>5</sup> cfu/g tanah		
0 – 20 cm				
SB	15,4 a	11,3 a	0,0471 a	0,0685 a
KKS	11,7 b	3,5 c	0,0157 c	0,0366 c
KS	13,9 ab	4,5 c	0,0314 b	0,0394 bc
KTB	12,1 b	6,5 b	0,0393 ab	0,0415 b
LPP	12,2 b	3,0 c	0,0236 c	0,0358 c
KG	14,8 a	4,0 c	0,0299 bc	0,0392 bc

Keterangan : SB: semak belukar; KKS : kebun kelapa sawit ; KS : kebun salak ; KTB: kebun tanaman buah; LPP : lokasi praktikum dan penelitian; KG : kebun gambir

Menurut Widmer and Oberholzer (2003) dengan terjadinya perubahan penggunaan lahan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan pada sistem pengolahan lahan. Hal tersebut akan berakibat pada perubahan formasi ekosistem tanah sehingga menyebabkan terjadinya penurunan keragaman dan populasi mikroorganisme tanah (*soil biodiversity-degradation*). Mikroorganisme khususnya bakteri tanah untuk dapat tumbuh baik membutuhkan substrat yang spesifik, namun karena rendahnya daya dukung ekologis tanah, pemenuhan kebutuhannya tersebut tidak terpenuhi secara optimal.

Interaksi kandungan bahan organik dan pH dengan suplai O<sub>2</sub> menjadi faktor terpenting yang mempengaruhi total populasi bakteri tanah (bakteri aerob). Dengan bertambahnya kedalaman tanah menurut Wood (1995) suplay O<sub>2</sub> akan semakin menurun sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> relatif lebih tinggi. Tingginya kandungan CO<sub>2</sub> dalam tanah disebabkan respirasi akar dan aktivitas respirasi dari organisme tanah itu sendiri. Hal tersebut berarti daya dukung lingkungan terhadap pertumbuhan bakteri sudah semakin menurun, khususnya bagi bakteri aerob.

Dibandingkan terhadap semak belukar, maka populasi bakteri tanah pada penggunaan lahan lainnya pada kedalaman ini juga cenderung lebih rendah. Pada

Gambar 1 terlihat bahwa persentase perubahan populasi bakteri tanah pada penggunaan lahan lainnya terhadap semak belukar turun berkisar 35,40–42,86 %. Penurunan tertinggi terjadi pada kebun kelapa sawit, yakni mencapai 42,86 %, diikuti kebun tanaman buah 41,61 %, sedangkan penurunan terendah di jumpai pada kebun salak 35,40 %. Persentase perubahan populasi bakteri pada masing-masing penggunaan lahan cukup tinggi, yakni hampir mencapai 50% dari populasi semak belukar. Ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan ekologis tanah yang cukup besar akibat perubahan penggunaan lahan. Menurut Knoepp *et al.* (2000) perubahan formasi biologis suatu lahan merupakan gambaran dari perubahan yang terjadi pada ekologis tanah tersebut, karena komponen biologis merupakan indikator yang paling responsif terhadap perubahan yang terjadi pada lingkungan.

Jika dibandingkan terhadap semak belukar pada kedalaman 0–20 cm terlihat jelas telah terjadi penurunan populasi jamur tanah. Tingkat penurunan tersebut relatif cukup signifikan yakni pada kisaran 42,65 % - 73,53 % seperti terlihat pada Gambar 1. Penurunan populasi jamur yang terjadi merata pada seluruh penggunaan lahan. Hal tersebut diduga karena pengaruh dari pengolahan tanah dan kurangnya asupan bahan organik yang berdampak negatif bagi ekologis jamur tanah sehingga populasinya menjadi menurun.

### **Respirasi mikroorganisme tanah**

Aktivitas respirasi tertinggi seperti pada Tabel 5 juga ditemukan pada semak belukar 0,0471 mgCO<sub>2</sub>/kg tanah/hari. Sedangkan respirasi terendah ditemukan pada kebun kelapa sawit 0,0157 mgCO<sub>2</sub>/kg tanah/hari. Jika dibandingkan terhadap semak belukar maka pada penggunaan lahan lainnya, terjadi penurunan aktivitas respirasi pada penggunaan lahan tersebut. Penurunan tertinggi terjadi pada kebun kelapa sawit yakni 66,67 %, diikuti lokasi praktikum dan penelitian 49,89 %, kemudian kebun gambir 36,52 %, kebun salak 33,33 % dan terakhir kebun tanaman buah 16,56 %.

Aktivitas respirasi pada semak belukar erat kaitannya dengan populasi mikroorganisme yang hidup pada semak belukar. Dari perhitungan total populasi,

terlihat bahwa total populasi bakteri dan jamur pada semak belukar merupakan yang tertinggi. Ini berarti proses metabolis yang terjadi akan lebih besar, sehingga produksi CO<sub>2</sub> juga akan lebih tinggi yang dihasilkan oleh aktivitas respirasi sel mikroorganisme tersebut. Aktivitas respirasi mikroorganisme tanah dapat dipengaruhi rasio CO<sub>2</sub> terhadap O<sub>2</sub> tanah (Andersen, 2000), temperatur dan kelembaban tanah serta jumlah ketersediaan nutrisi didalam tanah (Metting, 1993). Tingginya biomasa perakaran tanaman dan pengembalian sisa-sisa tanaman yang cepat pada semak belukar menurut (Lugo and Brown, 1993) merupakan penyebab tingginya respirasi tanah.

Aktivitas respirasi pada semak belukar lebih tinggi, juga dipengaruhi oleh bahan organik tanah yang menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah, pada semak belukar C-organik terukur lebih tinggi dibandingkan penggunaan lahan yang lain. Namun tingginya aktivitas respirasi tidak selalu berbanding lurus dengan jumlah populasi mikroorganisme tanah. Respirasi juga dapat meningkat akibat tekanan yang di hadapi mikroorganisme tersebut didalam tanah, seperti kandungan senyawa toksik (racun) dan logam-logam berat.

### **Biomassa pada kedalaman tanah 0–20 cm**

Pada kedalaman tanah 0–20 cm biomassa tertinggi ditemukan pada semak belukar 0,0685 %. Biomassa erat kaitannya dengan populasi mikroorganisme tanah. Pada tanah bermikroorganisme tinggi, biomassa tanah lebih besar seperti yang terjadi pada semak belukar (Tabel 5). Penurunan biomassa mikroorganisme tanah terjadi pada penggunaan lahan yang berbeda.

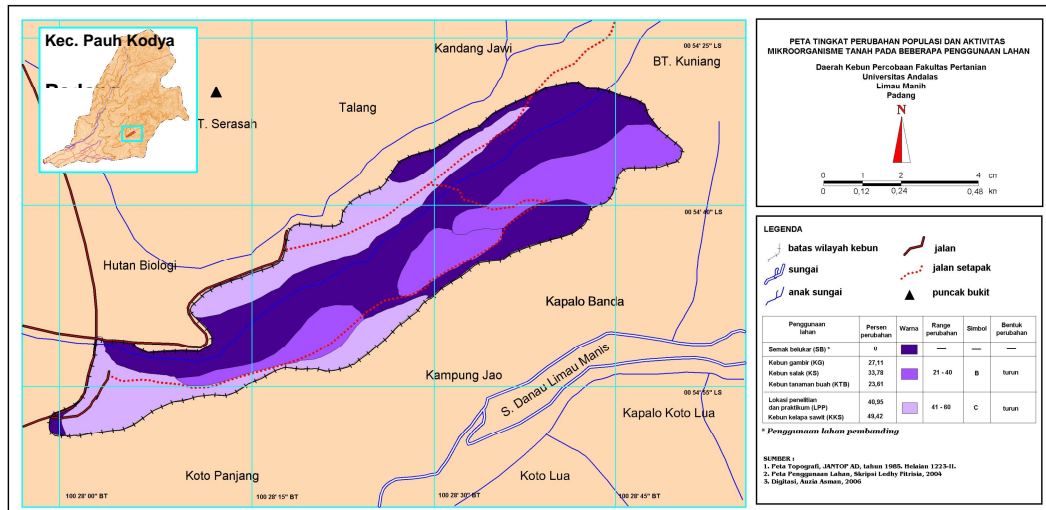
Needelman *et al.* (1999) mengatakan bahwa tanah tanpa pengolahan akan meningkatkan kandungan bahan organik sebesar 15% pada kedalaman 0–5 cm dibandingkan tanah dengan pengolahan intensif (konvensional). Ditambahkan Martinez *et al.* (2003) semakin banyak C-organik tanah maka akan memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi aktivitas mikroorganisme tanah yang menggunakan C-organik sebagai sumber makanannya. Suplai bahan organik yang cukup menjadi sumber energi bagi jalannya aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga populasinya dapat tumbuh lebih baik. Dari Tabel 5 terlihat bahwa populasi bakteri dan jamur tanah pada semak belukar jauh lebih besar

dibandingkan penggunaan lahan lainnya. Pada permukaan tanah semak belukar banyak terakumulasi sisa-sisa tumbuhan yang telah mati. Banyaknya akumulasi bahan organik tersebut sangat mendukung bagi perkembangan mikroorganisme tanah, sehingga secara langsung akan berdampak pada tingginya persentase biomassa.

Menurut Popelářová *at al.* (2008), sisa tanaman pada permukaan tanah akan menguntungkan bagi pertumbuhan jamur tanah, sedangkan jika sisa tanaman tersebut ditanam, maka bakteri akan tanah lebih diuntungkan. Jamur merupakan penyusun biomassa mikroorganisme terbesar di dalam tanah (Sutedjo *et al.*, 1991; Wood, 1995; Metting, 1999; Nyle, 1999). Namun biomassa juga sangat dipengaruhi oleh temperatur dan kelembaban tanah (Metting, 1999). Temperatur dan kelembaban yang berfluktuatif akan menyebabkan sel mikroorganisme tanah membutuhkan energi dalam jumlah yang lebih besar, hal ini akan mempengaruhi bobot biomassa mikroorganisme tanah, karena makanan yang diperoleh akan segera diolah menjadi energi, sehingga sebahagian kecil saja yang disimpan di dalam sel sebagai cadangan makanan.

### **Pemetaan perubahan total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah dari beberapa penggunaan lahan**

Berdasarkan data total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah tersebut, terlihat bahwa telah terjadi perubahan formasi mikrobiologi tanah akibat berubahnya penggunaan lahan. Perubahan yang terjadi merupakan akibat dari perubahan ekologis tanah seperti keragaman vegetasi menjadi lebih rendah, pengolahan tanah serta pemberian pupuk dan bahan kimia ke tanah. Perubahan ekologis tanah ini diduga akibat semakin rendahnya ketersediaan bahan nutrisi mikroorganisme seperti eksudat akar, temperatur tanah, keseimbangan pengharaan tanah, sehingga berdampak pada penurunan populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah. Perubahan tersebut ditemukan menurun dibandingkan dari kondisi alaminya, dengan penurunan terbesar terjadi pada kebun kelapa sawit yakni mencapai 49,42 % diikuti oleh lokasi praktikum dan penelitian 40,95 %. Sedangkan penurunan terendah ditemukan pada kebun tanaman buah 23,61 % diikuti kebun gambir 27,11 % dan kebun sawit 33,78 % (Gambar 1).



Gambar 1. Peta tingkat perubahan populasi dan aktivitas mikroorganismen tanah pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dengan beberapa penggunaan lahan.

Berdasarkan hasil survey lapangan, pengelolaan pada kebun tanaman buah, kebun gambir dan kebun salak dapat dikatakan relatif lebih baik dibandingkan kebun kelapa sawit serta lokasi praktikum dan penelitian khususnya menyangkut asupan bahan organik tanah dan pemupukan, sehingga penurunan populasi dan aktivitas mikroorganismen tanah yang terjadi relatif lebih rendah di bandingkan kebun kelapa sawit maupun lokasi praktikum dan penelitian.

### **Pemetaan perubahan total populasi dan aktivitas mikroorganismen tanah dalam hubungannya dengan tanah dan tanaman**

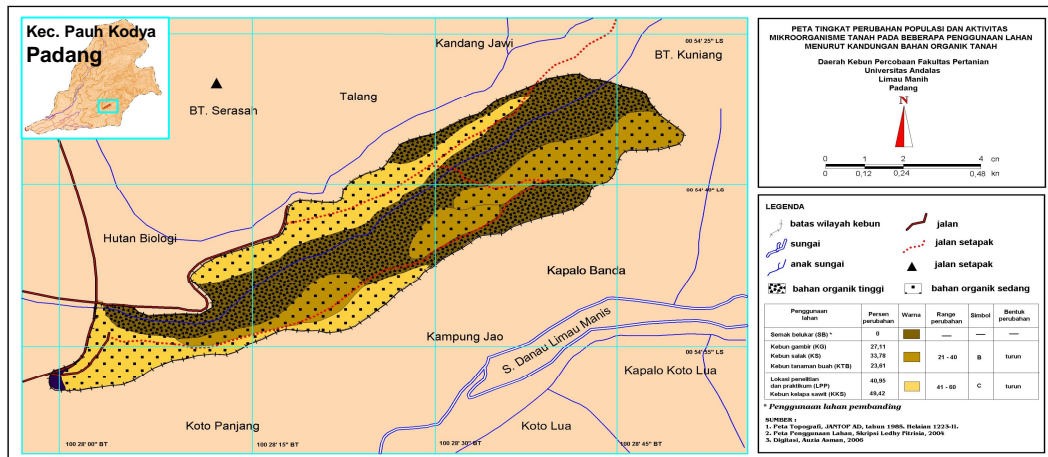
Dengan terjadinya perubahan total populasi dan aktivitas mikroorganismen tanah pada kisaran 50 %, diasumsikan bahwa telah terjadi perubahan yang cukup besar pada ekosistem tanah akibat pengelolaan dan perubahan penggunaan lahan. Secara biologis daya dukung tanah telah mengalami kemunduran (terdegradasi). Popelářová *at al.* (2008) berpendapat bahwa gambaran kondisi biologi tanah tersebut merupakan deskripsi dari perubahan yang terjadi pada ekologis tanah, baik yang telah lama maupun yang baru terjadi. Penurunan kondisi biologi tanah



menurut Pankhurst *at al.* (1997) merupakan peringatan dini atas kemunduran lingkungan dan merupakan isyarat sebelum kerusakan yang tidak dapat dipulihkan terjadi.

Jika dihubungkan secara linear dengan pengharaan tanah, maka diduga ketersediaan hara tanah juga akan mengalami penurunan hingga 50 % atau lebih. Ini berarti tanah akan mengalami defisit hara. Secara berangsur-angsur kemampuan tanah untuk menyediakan kebutuhan hara tanaman secara cukup dan berimbang akan semakin menurun. Seperti dilaporkan oleh Andersen (2000) bahwa peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah akan memicu peningkatan hara tanah dan ketersediaan hara tanah ikut menurun dengan menurunnya aktivitas mikroorganisme tanah. Namun hubungan pengharaan tanah dengan total populasi dan aktivitas mikroorganisme tidak selalu berbanding lurus dengan ketersediaan hara tanah. Karena ada faktor-faktor lain yang saling berinteraksi yang mempengaruhinya, baik faktor biotik seperti kompetisi, antagonisme, komensalisme, mutualisme, sinergisme, parasitisme, predatorisme, sintropisme dan asosiasi antar spesies (Waluyo, 2004), maupun faktor abiotik seperti lingkungan kimia tanah, aerase, kelembaban serta temperatur tanah.

Namun dengan terjadinya perubahan ekosistem tanah ke arah yang kurang menguntungkan akan mengganggu keseimbangan hara tanah. Perubahan ekosistem yang demikian akan memicu terjadinya interaksi ke arah yang negatif diantara organisme tanah, sehingga perkembangan populasinya menjadi terbatas akibat tingginya tekanan hidup di dalam tanah. Jika populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah yang mengalami penurunan merupakan jenis yang berperan utama dalam daur hara tanah, maka dapat diperkirakan bahwa proses pengharaan tanah akan semakin terganggu. Tanpa informasi status biologi tanah yang cukup, tingkat perubahan yang terjadi pada ekosistem tanah akan sulit terukur, sehingga reaksi yang dapat ditempuh untuk mengatasi hal tersebut menjadi lebih sulit untuk dilakukan (Diggelen *et al.*, 2004).



Gambar 2. Peta tingkat perubahan populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah pada beberapa penggunaan lahan menurut kandungan bahan organik

## Perubahan Total Populasi dan Aktivitas Mikroorganisme Tanah Dalam Hubungannya Dengan Kandungan Bahan Organik Tanah

Dalam hubungannya dengan kandungan bahan organik tanah, perbedaan kandungan bahan organik tanah berpengaruh positif terhadap total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah. Jika kandungan bahan organik tinggi, maka total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah relatif akan meningkat. Berdasarkan sebaran kandungan bahan organik tanah pada beberapa penggunaan lahan, total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah secara umum ditemukan lebih baik pada lahan dengan kandungan bahan organik tinggi. Sedangkan total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah pada lahan dengan kandungan bahan organik sedang, relatif lebih rendah. Dapat dikatakan bahwa informasi total populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah, mampu menggambarkan bagaimana kondisi ekosistem dan pengharapan tanah, khususnya bahan organik tanah. Namun jika dihubungkan dengan kondisi bentangan alam, masih memerlukan kajian yang lebih lanjut. Neher (2001) menjelaskan bahwa biologi tanah merupakan indikator

yang baik untuk menilai status aktual ekosistem tanah, karena sifat alaminya yang sangat responsif dengan perubahan yang terjadi di dalam tanah.

## **KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jika dibandingkan terhadap keadaan alami (semak belukar) terlihat bahwa penggunaan lahan yang ada pada kebun percobaan berpengaruh negatif terhadap jumlah populasi bakteri dan jamur serta aktivitasnya. Penurunan populasi bakteri dan jamur serta aktivitas terbesar ditemukan pada penggunaan lahan sebagai lokasi penelitian dan praktikum serta kebun kelapa sawit dengan tingkat penurunan berada pada rentang 40-60% diikuti oleh kebun tanaman buah, kebun gambir dan kebun salak dengan rentang 21-40% dari kondisi semak belukar sebagai pembanding.

Penurunan populasi dan aktivitas berkorelasi positif dengan kadar bahan organik tanah dimana terlihat rendahnya kadar bahan organik pada kedua penggunaan lahan tersebut ditunjukkan oleh rendahnya jumlah populasi dan aktivitas mikroorganisme pada lahan yang sama. Dari penelitian ini dapat kita simpulkan bahwa penggunaan lahan yang monokultur (kebun salak, kebun kelapa sawit, kebun tanaman buah, kebun gambir) cenderung lebih rendah kadar bahan organiknya dibandingkan semak belukar yang terdiri atas berbagai spesies tumbuhan. Bahan organik tanah berperan penting terhadap perbaikan sifat dan ciri kimia dan fisik tanah khususnya pada tanah-tanah tropis yang relatif sudah berkembang lanjut. Oleh karena itu pengelolaan yang baik terhadap bahan organik tanah berarti menjamin penggunaan lahan pertanian yang berkelanjutan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Andersen, C.P. 2000. Ozone stress and changes below-ground: Linking root and soil process. U.S. Environmental Protection Agency, Western Ecology Division, National Health and Environmental Effect Research Laboratory, 200 SW 35<sup>th</sup>, Corvallis, Oregon 97333, USA.
- Anderson, J.M. and J.S.I. Ingram. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility. A handbook of methods. Edisi ke-II. C.A.B International. UK.
- Balai Penelitian Tanah. 2004. Prosedur Pengambilan Contoh Tanah Untuk Analisis Mikroba. Brosur Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2 halaman.

- Brown, S. and A.E. Lugo. 1990. Tropical secondary forests. *J. Tropical Eco.* 6, 1-32
- Diggelen, R., J.F. Sijtsma, D. Strijker and J. Burg. 2004. Relating land-use intensity and biodiversity at the regional scale. *Basic and Appl. Ecol.* 6 (2004): 145-159.
- Fitrisia, L. 2004. Klasifikasi Tanah dan Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Kelapa Sawit, Gambir dan Jati Pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Juo, A.S.R, and K. Fransluebbbers. 2003. *Tropical Soils: Properties and Management for sustainable agriculture.* Oxford University Press.
- Karlen, D.L., C.A. Ditzler, and S.S. Andrews. 2003. Soil quality: Why and how. *Geoderma* 114: 145-156
- Kibunja, C.N., F.B. Mwaura and D.N. Mugendi. 2010. Long-term land management effects on soil properties and microbial populations in a maize-bean rotation at Kabete, Kenya. *Afric. J. Agric. Res.* 5(2): 108-113
- Knoepp, J.D., D.C. Coleman, D.A Crossley Jr. and J.S. Clark. 2000. Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. *Forest Ecol. and Manage.* 138: 357-368
- Leifeld, J., S. Bassin and J. Fuhrer. 2005. Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land-use, soil characteristics, and altitude. *Ecosystems and Environment* 105:255–266.
- Lugo, A.E. and S. Brown. 1993. Management of tropical soils as sinks or sources of atmospheric carbon. *Plant and Soil* 149: 27-41
- Magdoff, F. 2002. Concept, component and strategies of soil health in agroecosystems. *Journal of Nematology* 33(4):169-172
- Martinez, V.A., L. Cruz, D. Sotomayor-Ramírez, and L. Pérez-Alegría. 2007. Enzyme activities as affected by soil properties and land use in a tropical watershed. *Appl. Soil Ecol.* 35: 35-45
- Metting, Jr.F.B. 1993. *Soil Microbial Ecology. Application in Agricultural and Environmental Management.* New York, Basel-Hongkong.
- Needleman, B.A., M.M.Wander, G.A. Bolero, C.W. Boast, G.K. Sims and D.G. Bullock. 1999. Interactions of tillage and soil texture: biologically active soil organic matter in Illinois. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 63: 1326-1334
- Neher, D.A. 2001. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of Nematology* 33(4): 161-168
- Nyle, C. 1999. *The Natural and Properties Of Soil.* Twelfth edition. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey. 07458.
- Oldeman, L.R, I. Las, and S.N. Darwis. 1979. *An Agroclimatic Map of Sumatera. Country. Center. Res. Inst. Agricultural No. 52.* Bogor.
- Pankurst, C., B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta (Eds). 1997. *Biological Indicators of Soil Health.* CAB International, Wallingford.
- Paul, E.A. and F.E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry.* Academic Press, Inc. London.
- Popelářová, E., K. Voříšek, and S. Strnadová. 2008. Relations between activities and counts of soil microorganisms. *Plant Soil Environ.* 54 (4): 163-170
- Poschlod, P., J.P. Bakker and S. Kahmen. 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. *Basic and Appl. Ecol.* 6 : 93-98.

- Puslitanak. 2004. Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. Edisi kedua. USDA, NCRS Washington.
- Sutanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik : Pemasarakatan dan Pengembangannya. Penerbit : Karnisius. Yogyakarta.
- Sutedjo, M.M., A.G. Kartasapoetra, dan S. Sastroatmodjo. 1991. Mikrobiologi Tanah. Bineka Cipta. Jakarta.
- Tan, K.H. 1998. Dasar-dasar Kimia Tanah. Di terjemahkan oleh D. H.Goenardi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Widmer, F. and H.R. Oberholzer. 2003. Biological Soil Characteristics : Indicators for assessing soil quality. Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture (FAL-Reckenholz). Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich,
- Wood, M. 1995. Environmental Soil Biology. Blackie Academic & Profesional, Wester Cleddens Road, Bishoppbriggs, Glasgow G64 2NZ, UK.
- Yao, M.K., P.K.T. Angui, S. Konaté, J.E. Tondoh, Y. Tano, L. Abbadie, and D. Benest. 2010. Effects of land use types on soil organic carbon and nitrogen dynamics in Mid-West Cotê d'Ivoire. Euro. J. of Sci. Res. 40 (2): 211-222.

## **THE EFFECTIVITY OF *AZOSPIRILLIUM SP. STRAIN* ON NITROGEN UPTAKE AND PLANT GROWTH IN SUGARCANE NURSERY PLANT**

Burhanuddin Rasyid\*; Muh. Jayadi\*; Nurzadli Zakaria\*; A. Mollah Jaya\*\*

\*Dept. of Soil Science; \*\*Dept. of Agronomy, Fac. of Agriculture, Hasanuddin University

Jl. Perintis Kemerdekaan, Kampus Unhas Tamalanrea, Tlp./Fax.: (0411)587076,  
e-mail: [burrasyid@unhas.ac.id](mailto:burrasyid@unhas.ac.id); Makassar, 90245

### **ABSTRACT**

The effectivity of some strains of *Azospirillum sp.* on nitrogen uptake and plant growth of sugarcane nursery plant was investigated. The experiment was conducted in a randomized block design with four strains of *Azospirillum sp.* and urea fertilizer as treatment. The strains of *Azospirillum sp.* consisted of A. strain M1, A. strain M3, A. strain J1, and A. strain J2. Sugarcane was planted in 10 kg of Alfisol soil and 1.25 ml of each strain of *Azospirillum sp.* and 0.25 g of urea fertilizer was added in the treatment using *Azospirillum*. In the control and treatment without *Azospirillum*, 0.50 g urea fertilizer was applied. The treatment combination was coded as P0 (control), P1 (urea fertilizer without *Azospirillum*), P2 (A. strain M1 with urea), P3 (A. strain M3 with urea), P4 (A. strain J1 with urea), and P5 (A. strain J2 with urea). Increasing nitrogen uptake of the plant treated with *Azospirillum* was highly significant compared to the plant treated without *Azospirillum*. Nitrogen content varied from 0.03% N (control) and 0.02% N (urea fertilizer) to 1.84% N (A. strain M3 with urea). In term of plant growth as represented by plant dry weight, the application of *Azospirillum* increased its value from 27.97 g/pot (control) and 40.37 g/pot (urea fertilizer) to 91.80 g/pot A. strain M3 with urea. The result showed that the combination of *Azospirillum* and urea fertilizer increased nitrogen uptake and made plant grow more effectively. This beneficial effect was attributed to the joining microbial activity in reserved nutrient availability for plant root. Although, this research is still preliminary study, it was concluded that A. strain M3 was the most effective of *Azospirillum sp.* strain for nitrogen uptake.

Keywords: *Azospirillum sp.* strain; Nitrogen uptake; Sugarcane nursery plant.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia kini masih menjadi negara pengimpor gula, keinginan agar Indonesia tidak melaksanakan impor gula mulai tahun 2010, sebenarnya dapat dicapai, dengan syarat seluruh *stakeholder* mempunyai komitmen bersama untuk mengutamakan kepentingan nasional. Nainggolan (2005) menjelaskan bahwa lahan sawah usaha tani tebu mengalami penurunan produktivitas yaitu dari sekitar 16 sampai 17 ton haulur pada tahun 1998-an menjadi 5 sampai 7 ton haulur pada tahun 2006-an.

Pemupukan memberikan pengaruh penting pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Itulah sebabnya pemberian pupuk kimia diperlukan selain pupuk organik. Pupuk kimia mempunyai keunggulan dalam jumlah kandungan hara yang tinggi, sedang pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah untuk memelihara perkembangan mikroba dalam tanah.

Penyebab rendahnya produktivitas tanaman tebu memang cukup banyak, salah satu yang cukup dominan adalah masalah pemupukan. Pemberian pupuk buatan yang terus menerus ternyata membuat tanah menjadi keras dan kecenderungan produktivitasnya semakin rendah. Penggunaan pupuk organik secara terus menerus tanpa dibantu oleh pemberian pupuk buatan mempunyai kecenderungan produktivitasnya menjadi rendah juga. Namun penggunaan keduanya akan menghasilkan sinergi positif yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman.

Penggunaan pupuk an-organik berkadar hara tinggi seperti Urea, ZA, TSP atau SP-36, dan KCl tidak selamanya menguntungkan karena dapat menyebabkan lingkungan menjadi tercemar jika tidak menggunakan aturan yang semestinya. Pemupukan dengan pupuk an-organik hanya mampu menambah unsur hara tanah tanpa memperbaiki sifat fisika dan biologi tanah, bahkan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap tanah. Dekkers and van der Werff (2001) menambahkan bahwa penggunaan pupuk sintetis yang tinggi pada tanah akan mendorong hilangnya hara.

Dengan demikian perlu adanya penerapan bioteknologi, sumberdaya alam diharapkan akan tetap terpelihara. Oleh karena itu, berkembang berbagai pemikiran dan upaya diarahkan pada perubahan dari sistem pertanian yang berdampak negatif terhadap lingkungan ke sistem pertanian berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Keberadaan mikroorganisme dalam tanah ada yang bersifat patogen dan mutualisme terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *Azospirillum* sp. merupakan bagian kecil dari mikroorganisme tanah yang bersifat menguntungkan bagi tanaman. Tebu diduga termasuk salah satu tanaman yang mampu berasosiasi dengan *Azospirillum* sp. (Fallik and Okan, 1996).

*Azospirillum* sp. digunakan dalam penelitian ini dengan beberapa pertimbangan. Pertama, *Azospirillum* sp. merupakan pupuk hayati yang ramah lingkungan, aplikasinya tidak memberikan dampak negatif bagi lingkungan, berbeda dengan penggunaan pupuk an-organik yang dapat merusak sifat fisik tanah dan residunya dapat mencemari tanah dan aliran air permukaan. Kedua, *Azospirillum* sp. memiliki kemampuan mengikat N secara non simbiotik, sehingga mampu menjerap unsur N dari udara yang merupakan sumber N terbesar. Ketiga, *Azospirillum* sp. tidak menyebabkan perubahan morfologi akar tanaman, meningkatkan jumlah akar rambut dan menyebabkan percabangan akar lebih berperan dalam penyerapan hara. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian tentang “Efektifitas Beberapa Strain *Azospirillum* sp. Terhadap Serapan N dan Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu” perlu dilakukan.

### **Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan strain *Azospirillum* sp terhadap serapan nitrogen dan pertumbuhan bibit tebu. Kegunaan penelitian ini adalah sebagai dasar untuk memilih jenis strain yang dapat digunakan dalam meningkatkan kualitas bibit tanaman tebu



## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, sedang analisis tanah dan jaringan tanaman dilakukan pada Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Bahan-bahan yang digunakan adalah stek tebu, inokulum *Azospirillum* sp, pupuk urea, pupuk organik, air, label, polybag ukuran 30 cm x 40 cm dan tanah Alfisol. Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat alat ukur, alat tulis menulis, dan perangkat laboratorium untuk analisis sampel tanah dan jaringan tanaman.

Penelitian ini merupakan percobaan Rancangan Acak Kelompok, dengan 6 perlakuan dan masing-masing faktor diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan tersebut terdiri dari P0 = Tanpa pupuk urea dan *Azospirillum* sp (kontrol); P1 = Pemberian pupuk urea dengan dosis 0,5 gram/10 kg tanah; P2 = Pemberian *Azospirillum* sp M1 dengan dosis 1,25 ml/10 kg tanah + pupuk urea dengan dosis 0,25 gram/10 kg tanah; P3 = Pemberian *Azospirillum* sp M3 dengan dosis 1,25 ml/10 kg tanah + pupuk urea dengan dosis 0,25 gram/10 kg tanah; P4 = Pemberian *Azospirillum* sp J1 dengan dosis 1,25 ml/10 kg tanah + pupuk urea dengan dosis 0,25 gram/10 kg tanah; P5 = Pemberian *Azospirillum* sp J2 dengan dosis 1,25 ml/10 kg tanah + pupuk urea dengan dosis 0,25 gram/10 kg tanah

Media pertumbuhan tanaman adalah tanah yang diambil secara acak pada kedalaman 0 – 20 cm, kemudian dikering udarakan. Kemudian sampel tanah tersebut dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1 (v/v) dan dimasukkan kedalam polybag yang berukuran 30 x 40 cm sebanyak 10 kg tanah/pot dan diberi label.

Bibit diambil dari induk tebu yang beradaptasi di lapangan. Bibit tersebut dipotong dari tanaman induk dimulai dari 40 cm dari pucuk sampai cincin terakhir dari pucuk induk tanaman. Penanaman dilakukan dengan cara stek batang dan ditutup dengan tanah setinggi 2 cm. Setiap polybag ditanami 1 ruas yang terdiri dari 2 buku.

Pemeliharaan tanaman selama penelitian berlangsung meliputi pemupukan, penyiangan, dan penyiraman tanaman. Pemupukan dasar dilakukan pada saat pembuatan media, pupuk kandang dicampur dengan tanah dengan perbandingan 2 : 1. Penyiangan dilakukan dengan memberantas gulma yang tumbuh disekitar tanaman, dan melakukan penyiraman tanaman setiap hari pada pagi dan sore hari.

Parameter yang diamati meliputi:

1. Tinggi tanaman (cm), diukur dari leher akar sampai cincin daun terakhir.
2. Jumlah daun (helai), dihitung pada daun yang telah terbentuk sempurna.
3. Jumlah anakan, yaitu anakan yang terbentuk dan mempunyai daun sempurna.
4. Jaringan tanaman meliputi persentase kadar N, berat kering, dan serapan N.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### a. Tinggi Tanaman

Pada tabel 1 terlihat bahwa perlakuan yang paling dominan mempengaruhi tinggi tanaman adalah berturut-turut P3 (*Azospirillum* sp M3), P5 (*Azospirillum* sp J2), P2 (*Azospirillum* sp M1), P4 (*Azospirillum* sp J2), P0 (Kontrol), dan P1 (Pupuk Urea tanpa *Azospirillum* sp).

Tabel 1. Uji BNJ tinggi tanaman pada berbagai perlakuan

Perlakuan (Jenis Inokulum)	Rata-rata	NP BNJ <sub>0,05</sub>
P0	42,34 <sup>b</sup>	17,32
P1	40,83 <sup>b</sup>	
P2	56,25 <sup>ab</sup>	
P3	59,75 <sup>a</sup>	
P4	55,83 <sup>ab</sup>	
P5	57,52 <sup>ab</sup>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ<sub>α=0,05</sub>

Uji BNJ pada data tersebut memperlihatkan bahwa perlakuan P3 tidak berbeda nyata terhadap P5, P2 dan P4, tetapi berbeda nyata terhadap P0 dan P1. Hal ini membuktikan bahwa P3 meningkatkan tinggi tanaman secara signifikan di bandingkan P0 dan P1. Namun P5, P2 dan P4 juga tidak berbeda nyata terhadap P0 dan P1.

#### **b. Jumlah Daun**

Pada tabel 2 terlihat bahwa perlakuan yang paling dominan mempengaruhi jumlah daun adalah berturut-turut P3 (*Azospirillum* sp M3), P2 (*Azospirillum* sp M1), P5 (*Azospirillum* sp J2), P4 (*Azospirillum* sp J1), P1 (Pupuk urea tanpa *Azospirillum* sp), dan P0 (Kontrol).

Tabel 2. Uji BNJ jumlah daun pada berbagai perlakuan

Perlakuan (Jenis Inokulum)	Rata-rata	NP BNJ <sub>0,05</sub>
P0	7,33 <sup>b</sup>	2,46
P1	7,75 <sup>ab</sup>	
P2	9,83 <sup>a</sup>	
P3	10,16 <sup>a</sup>	
P4	9,41 <sup>ab</sup>	
P5	9,58 <sup>ab</sup>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ<sub>α=0,05</sub>

Uji BNJ pada data tersebut memperlihatkan bahwa P3 tidak berbeda nyata terhadap P2 dalam mempengaruhi jumlah daun, namun berbeda nyata terhadap P0, tapi tidak berbeda nyata terhadap P5, P4 dan P1.

#### **d. Diameter Batang**

Pada tabel 4 terlihat bahwa perlakuan yang paling dominan mempengaruhi diameter batang berturut-turut adalah P3 (*Azospirillum* sp M3), P2 (*Azospirillum* sp M1), P5 (*Azospirillum* sp J2), P4 (*Azospirillum* sp J1), P1 (Pupuk urea tanpa *Azospirillum* sp) dan P0 (Kontrol).

Tabel 4. Uji BNJ diameter batang pada berbagai perlakuan

Perlakuan (Jenis Inokulum)	Rata-rata	NP BNJ <sub>0,01</sub>
P0	1,36 <sup>b</sup>	0,25
P1	1,66 <sup>a</sup>	
P2	1,90 <sup>a</sup>	
P3	1,91 <sup>a</sup>	
P4	1,87 <sup>a</sup>	
P5	1,89 <sup>a</sup>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ <sub>$\alpha=0,01$</sub>

Uji BNJ pada data tersebut memperlihatkan bahwa P3 tidak berbeda nyata terhadap P1, P2, P4, dan P5, tetapi berbeda nyata terhadap P0

#### e. Kadar N, Berat kering, dan Serapan N

Kadar N pada tabel 5 terlihat bahwa perlakuan yang dominan mempengaruhi adalah berturut-turut P3 (*Azospirillum* sp M3), P5 (*Azospirillum* sp J2), P4 (*Azospirillum* sp J1), P2 (*Azospirillum* sp M1), P1 (pupuk urea tanpa *Azospirillum* sp), dan P0 (Kontrol).

Tabel 5. Uji BNJ kadar N pada berbagai perlakuan

Perlakuan (Jenis Inokulum)	Rata-rata	NP BNJ <sub>0,01</sub>
P0	0,03 <sup>c</sup>	0,23
P1	0,02 <sup>e</sup>	
P2	0,69 <sup>d</sup>	
P3	1,84 <sup>a</sup>	
P4	1,24 <sup>c</sup>	
P5	1,48 <sup>b</sup>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ <sub>$\alpha=0,01$</sub>

Uji BNJ pada data tersebut memperlihatkan bahwa P3 tidak berbeda nyata terhadap P5, tetapi berpengaruh nyata terhadap P0, P1, P2, dan P4.

Berat kering pada tabel 6 memperlihatkan bahwa perlakuan yang dominan mempengaruhi parameter adalah berturut-turut P3 (*Azospirillum* sp M3), P5

(*Azospirillum* sp J2), P4 (*Azospirillum* sp J1), P2 (*Azospirillum* sp M1), P1 (Pupuk Urea tanpa *Azospirillum* sp), dan P0 (Kontrol).

Tabel 6. Uji BNJ berat kering pada berbagai perlakuan

Perlakuan (Jenis Inokulum)	Rata-rata	NP BNJ <sub>0,01</sub>
P0	27,97 <sup>c</sup>	6,80
P1	40,37 <sup>d</sup>	
P2	48,80 <sup>c</sup>	
P3	91,80 <sup>a</sup>	
P4	75,30 <sup>b</sup>	
P5	77,00 <sup>b</sup>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ<sub>α=0,01</sub>

Uji BNJ pada data tersebut memperlihatkan bahwa P3 berbeda nyata terhadap P0, P1, P2, P4, P5, tetapi antara P4 dan P5 tidak berbeda nyata.

Serapan N pada tabel 7 terlihat bahwa perlakuan yang paling dominan mempengaruhi parameter serapan N berturut-turut adalah P3 (*Azospirillum* sp M3), P5 (*Azospirillum* sp J2), P4 (*Azospirillum* sp J1), P2 (*Azospirillum* sp M1), P1 (Pupuk urea tanpa *Azospirillum* sp) dan P0 (Kontrol). Uji BNj pada data tersebut memperlihatkan bahwa perlakuan P3 yang paling dominan mempengaruhi serapan N, namun P0 tidak berbeda nyata terhadap P1.

Tabel 7. Uji BNJ Serapan N (%) pada berbagai perlakuan

Perlakuan (Jenis Inokulum)	Rata-rata	NP BNJ <sub>0,01</sub>
P0	0,11 <sup>e</sup>	0,18
P1	0,50 <sup>d</sup>	
P2	1,41 <sup>c</sup>	
P3	2,00 <sup>a</sup>	
P4	1,65 <sup>b</sup>	
P5	1,91 <sup>a</sup>	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ<sub>α=0,01</sub>

## Pembahasan

Pada data tinggi tanaman (Tabel 1) terlihat bahwa perlakuan yang paling dominan adalah P3 dan P5, uji BNj juga menunjukkan bahwa P3 (*Azospirillum* strain M3), hal ini membuktikan bahwa penggunaan *Azospirillum* sp lebih memberikan pengaruh positif terhadap tinggi tanaman dibanding hanya urea. Hal ini karena *Azospirillum* sp. memberikan pengaruh multi efek lebih besar dibanding hanya urea, dimana urea hanya memberikan pasokan N ke tanah dengan efektifitas penyerapan yang terbatas pada tanaman, sedangkan *Azospirillum* sp. disamping memberikan pasokan nitrogen lewat mekanisme penambatan secara langsung di udara, juga berperan dalam melarutkan fosfat, hal ini sesuai dengan pendapat Goenadi *at al.* (1995) yang menyatakan bahwa *Azospirillum* sp. mempunyai kemampuan dalam menghasilkan enzim Urea reduktase dan fosfatase yang berperan penting dalam penambatan N bebas dari udara dan pelarut fosfat dari senyawa P sukar larut.

Selain itu pemberian *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan serapan N yang berasal dari sumber urea, hal ini sesuai dengan pendapat Elmerich (1984) bahwa *Azospirillum* dapat meningkatkan hasil penyerapan N pada kondisi optimum. Dengan meningkatnya serapan N, maka akan mempengaruhi secara langsung terhadap tinggi tanaman karena unsur N sangat berperan dalam masa pertumbuhan vegetatif dan perpanjangan sel dan jaringan, hal ini sesuai dengan pendapat Dubetz and Bole (1975), bahwa di antara berbagai unsur hara, N paling banyak diperlukan karena memacu perpanjangan sel dan pertumbuhan vegetatif tanaman.

Pada data jumlah daun (Tabel 2) terlihat bahwa semua perlakuan kecuali kontrol memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun, begitupun dengan uji BNJ yang dilakukan memperlihatkan bahwa semua perlakuan kecuali kontrol, memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman tebu. Hal ini di akibatkan oleh pasokan unsur Nitrogen pada tanaman, baik dengan pemberian *Azospirillum* sp. maupun urea, yang mempengaruhi jumlah daun pada tanaman. Pengaruhnya dinyatakan oleh Wieny (1999) bahwa pengaruh utama pemberian N pada tanaman adalah meningkatkan ukuran dan jumlah daun.

Pada data diameter batang (Tabel 3) terlihat bahwa semua perlakuan kecuali kontrol memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang, begitu pun dengan uji BNj yang dilakukan memperlihatkan bahwa semua perlakuan kecuali kontrol memberikan pengaruh nyata terhadap diameter tanaman tebu. Hal ini disebabkan oleh unsur N yang diserap oleh tanaman, baik melalui pupuk urea maupun *Azospirillum sp.* yang mempengaruhi laju fotosintesis tanaman, sehingga secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman secara umum termasuk pada diameter tanaman. Hal ini sejalan dengan pernyataan Gardner *et al.* (1991) bahwa pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari peran N yang sangat penting sebagai bahan penyusun asam amino, amida, protein, dan nukleoprotein. Tersedianya N yang cukup akan meningkatkan laju fotosintesis.

Pengaruh perlakuan terhadap kadar N (Tabel 4) terlihat bahwa P3 memberikan pengaruh yang paling dominan terhadap kadar N, disusul P5, P4 dan P2, sedangkan P1 (urea) dan P0 (kontrol) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar N pada jaringan tanaman. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan *Azospirillum sp.* lebih efektif dibanding penggunaan urea tanpa *Azospirillum sp.*. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *Azospirillum sp.* dalam penyerapan/fiksasi N pada tanaman, sehingga mampu meningkatkan efisiensi pemupukan, hal ini sesuai pendapat Elmerich (1984) bahwa bakteri *Azospirillum sp.* dapat meningkatkan laju yang tinggi fiksasi N pada kondisi optimum, kemampuan bakteri untuk bertahan tumbuh dan membentuk koloni pada rizosfer tanaman merupakan kondisi awal minimum yang harus dimiliki dalam potensinya untuk mengikat N. Namun kadar N-total tanaman belum bisa merepresentasikan tingkat serapan N per tanaman karena adanya faktor perbedaan berat kering tanaman, sehingga serapan N per tanaman dihitung dengan mengalikan N-total dengan berat kering tanaman.

Data serapan N (Tabel 6) menunjukkan bahwa P3 tetap yang paling berpengaruh nyata dan berbeda nyata terhadap semua perlakuan, sedangkan P1 tidak berpengaruh nyata terhadap P0. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian urea tanpa penambahan *Azospirillum sp.* tidak meningkatkan serapan N pada tanaman tebu karena tidak berbeda terhadap kontrol. Disisi lain serapan N dengan

penambahan *Azospirillum sp.* memberikan pengaruh signifikan terhadap serapan N tanaman tebu. Kenyataan ini didukung secara teoritis akibat dua faktor, yaitu kemampuan *Azospirillum sp.* dalam membantu penyerapan N pada tanaman dengan mengkolonisasi akar tanaman, dan kemampuan *Azospirillum sp.* itu sendiri memberikan pasokan N pada tanaman dengan metode fiksasi secara alami. Proses penyerapan N digambarkan oleh Hadas and Okon (1987) dengan cara bakteri *Azospirillum sp.* memproduksi zat pengatur tumbuh tanaman seperti auksin, yang berfungsi memacu pembentukan akar dan rambut akar sehingga dapat memperluas daerah serapan unsur hara dan air oleh akar. Adapun kemampuannya dalam memfiksasi N adalah karena *Azospirillum sp.* mengandung enzim nitrogenase sehingga mampu menambat N secara hayati (Rocha *et al.*, 1981).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa : Pemberian *Azospirillum sp.* + urea (0,25 g/pot) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, diameter batang, kadar N, berat kering, dan serapan N bibit tebu dibandingkan dengan perlakuan pupuk Urea tanpa *Azospirillum sp.*

Pemberian *Azospirillum sp.* strain M3 (di inokulasi dari tanaman murbei) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, diameter batang, kadar N, berat kering, dan serapan N bibit tebu, dibandingkan dengan *Azospirillum sp.* dari strain lain.

### Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan di lapangan untuk mengetahui respon pertumbuhan tebu terhadap penggunaan *Azospirillum sp.* yang dikombinasikan dengan pupuk urea yang berbeda dosis.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. 1992. Pembudidayaan Tebu di Lahan Sawah dan Tegalan. Swadaya, Jakarta.
- Barbieri P, T. Zanelli, E. Galli, and G. Zanetti.1986. Wheat Inoculation With *Azospirillum Brasiliense* sp6 and Some Mutans Altered in Nitrogen Fixation And Indole-3-Acetic Production. *FEMS Microbiol. Let* : 36 : 87-90.
- Buckman, H.O dan N.C. Brady, 1989. Ilmu Tanah. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Dekkers, T.B.M., and P.A. van Der Werff. 2001. Mutualistic Functioning of Indigenous Arbuscular Mycorrhizae in Spring Barley and Winter Wheat After Cessation of Long Term Phosphate Fertilization. *Mycorrhiza* 10 : 195-201. Nitrogen Fixation. Washington State University Press.
- Dubetz, S., and J.B. Bole. 1975. Effects of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilizer on Yield Components and Specific Gravity of Potatoes. *Am. Potato J.* 52: 395–405.
- Elmerich, C. 1984. Molecular biology and ecology of diazotrophs associated with non-leguminous plants. *Biotechnology* 2 : 967-978.
- Fallik, E., Y. Okon, E. Epstein, A. Goldman, and M. Fischer. 1988. Identification and Quantification of IAA and IBA *Azospirillum Brasilense* Inoculation of Maize Roots. *Soil Biol. Biochem.* 21:147-153.
- Fallik, E. and Y. Okon. 1996. The Response of Maize (*Zea mays*) to *Azospirillum* Inoculation in Various Types of Soils in the Field. *World. J. Microb. Biotech.* 12:511-515.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan Herawati Susilo. UI Press, Jakarta.
- Goenadi, D.H., R. Saraswati, N.N. Nganro, dan J.A.S. Adiningsih. 1995. Nutrient Solubilizing and Aggregate-Stabilizing Microbes Isolated from Selected Humic Tropic Soil. *Menara Perkebunan* 63(2):133-185.
- Gunarto, L., K. Adachi, and T. Senboku. 1999. Isolation and Selection of Indigenous *Azospirillum* spp. from a Subtropical Island, and Effect of Inoculation on Growth of Lowland Rice Under Several Levels of N Application. *Biol. Fert. Soils* 28:129-135.
- Hadas, R., and Y. Okon. 1987. Effect of *Azospirillum brasilense* inoculation on root morphology and respiration in tomatto seedlings. *Biol. Fertil. Soils* 5:241-247.
- Hakim, N. Y. Nyakpa, A.M. Lubis., Sutopo, N.R. Sail., A.M. Diha., Go Ban Hong dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung, Lampung.
- Indranada H.K. 1999. Pengelolaan Kesuburan Tanah. PT. Bina Aksara, Jakarta.
- Jumin, H.B. 1994. Dasar-dasar Agronomi. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Kuantohartono T. dan D. Sasongko, 1992. Metode Pengendalian Gulma di Kebun Tebu. Bahan Pelatihan Petugas Risbang PG/PTP/PT Gula. P3GI. 40 hal.
- Lingga, P. dan Marsono., 2000. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, New York.

- Michiels, K., J. Vande rleyden, and A. Van Gool. 1989. Azospirillum–Plant Roots Association: A Review. *Biol. Fertil. Soils*. 8 : 356 -368.
- Nainggolana, K., 2005. Industri Gula Butuh Proteksi. Kongres VIII Ikatan Ahli Gula Indoneisa (IKAGI), Hotel Horison, Bandung, Jawa Barat.15-16 Februari.
- Okan Y, Kapulnik,. 1986. Development and Function of Azospirillum Inoculated Roots. *Plant and Soil* 90: 3-16.
- Okan, Y. and C.A. Labandera-Gonzalez. 1994. Agronomic Applications of Azospirillum: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem.* 26:1591-1601.
- Purwowododo, 1993. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa, Bandung.
- Rao NBS. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Terjemahan oleh herawati Susilo UI-press. Jakarta.
- Rocha, R.E.M., J.I. Baldani, and J. Dobereiner. 1981. Specificity of infection by Azospirillum sp. in plant C4 photosyntetic pathway. p. 67-69. In: V.B. Vosse and A.P. Ruschel (ed). *Assosiative N2 fixation*. J. Wiley and Sons, New York.
- Rodelas, B., V. Salmeron, M.V. Martinez-Toledo, and J. Gonzalez-Lopez. 1993. Production of Vitamins By Azospirillum Brasiliense In Chemically-Efined Media. *Plant Soil* 153:55-59.
- Seshadri, S., R. Muthukumarasamy, C. La kshiminasimhan, and S. Ignacimuthu. 2000. Solubilization of Inorganic Phosphates by Azospirillum Halopraeferens. *Curr. Sci.* 79 (5) : 565-567.
- Setyamadjaya dan Azhari H. 1992. Bercocok Tanam dan Pasca Panen Tebu. Yasaguna, Jakarta.
- Wieny, H.R. 1999. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang Dengan Perbedaan Jarak Tanam, Interval Pengairan, Ketebalan Mulsa, dan Pemupukan Nitrogen di Dataran Medium. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.

Dsikusi:

Pertanyaan (Dr. Maria Vivarini, Unila Lampung): Bagaimana faktor kesesuaian inang dari Azospirillum dan bagaimana cara mengukur dan apa parameter penghitungan pengaruh Azospirillum? Media apa yang digunakan

Jawab: Tanaman inang Azospirillum tidak spesifik, tanda yang tampak adalah bercak pada Graminae, pada jagung dan Murbae terdapat bercak. Media yang digunakan adalah media pasir.

# MAINTAINING BACTERIA ANCHORED IN THE RHIZOSPHERE TO SUSTAIN HIGH YIELD OF LOCAL RICE CULTIVARS GROWN WITHOUT FERTILIZER

Erry purnomo<sup>1</sup>, Toshiro Hasegawa<sup>2</sup>, Yashuyuki Hashidoko<sup>3</sup> and Mitsuru Osaki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Center for Tropical Adverse Soil Studies, Joint Office Faculty of Forestry, Lambung Mangkurat University, Banjarbaru Campus, South Kalimantan and PT Adaro Indonesia; email: erry\_purnomo@ptadaro.com

<sup>2</sup>National Institute for Agro-Environmental Science, Tsukuba, Ibaraki, Japan

<sup>3</sup>Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan

## ABSTRACT

In South Kalimantan, rice is mainly grown in swampy areas. The swampy areas consisted of coastal and inland swamps. The soils in these areas are considered as marginal soils for growing modern rice varieties, not only due to a low fertility status, but also uncontrollable water level. Instead, most of local (Banjarese) farmers grow local cultivars. The local rice cultivars are not only tolerant to adverse soil condition but also can avoid flooding due to older and taller seedling than that of modern rice varieties. In addition, the farmers never apply fertilizer after transplanting. Sustaining the rice production is a very strategic option in order to decrease a land-use change of forest to agricultural land. A serie of studies has been carried in the period of 1999-2009 to improve our understanding on the nature of local rice cultivars. The results showed that the yield of local rice cultivars ranged 3-8 tonne ha<sup>-1</sup>, without fertilizer. The soil and plant factors may explain the variation of the local rice cultivars yield. Surprisingly, soil pH was negatively correlated with yield. It was also observed that addition of nitrogen (N) did not improved plant growth. These indicated the role of bacteria in supplying nutrients to the plant. Indeed, we found N fixing, phosphorus (P) and potassium (K) solubilizing bacteria in the rhizosphere of the local rice cultivars. A bigger rooting system also supports the living of the bacteria. It can be concluded that maintaining the bacteria function in sustaining high yield of the local rice cultivars without fertilizer is by keeping the acidic condition of the soil and there is also no point to put in neither fertilizers nor lime.

**Keywords:** bacteria, banjarese, local rice, pH rhizosphere.

## INTRODUCTION

Local rice cultivars are commonly grown in South Kalimantan. Areas where the local rice cultivars grown are swamp lands. These areas are not suitable for modern rice varieties. Furthermore, un-controllable water level makes it almost impossible to grow modern rice varieties. However, with tall and older seedlings, the local rice cultivars are able to cope with such condition.

Under marginal soil condition, the local cultivars produce a reasonable yield. Without fertilizer application some of the local rice cultivars yielded 3-8 tonne ha<sup>-1</sup>. One of them produced 8 tonne ha<sup>-1</sup> without fertilizers. Since there is no fertilizer added, it is interesting to study the mechanisms involved in supplying nutrient to sustain the high yield of the local rice cultivar.

This paper covers results of a series of studies had been carried out in the period of 1999-2009 to improve our understanding on the nature of local rice cultivars.

## METHODS

*Study site.* All studies presented in this paper were conducted in Aluh Aluh and Gambut Districts, Banjar Regency, South Kalimantan. The studies consisted of field, glass house and laboratory studies. The glass house and laboratory studies were both carried out in Indonesia: Center for Tropical Adverse Soil Studies, Faculty of Forestry, Lambung Mangkurat University, Banjarbaru Campus, South Kalimantan and in Japan: National Institute for Agro-Environmental Science, Tsukuba, Ibaraki, Japan or Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan.

*Description of studies.* The studies were conducted in the period of 1999-2009 which aimed to improve our understanding on the nature of local rice cultivars. The studies were split in to three parts. The first part was field works aimed to investigate yield variation (Hasegawa *et al.* 2001) and to identify factor influencing yield of the local rice cultivars (Hasegawa *et al.* 2004a; Hasegawa *et al.*, 2004b; Hasegawa *et al.*, 2004c; Purnomo *et al.*, 2010b). The second and third works were glass house and laboratory, respectively, to support finding in the fields.

*Unique rice cultivation technique.* Local varieties are planted widely under a unique traditional cultural practice as described in Figure 1 (Hasegawa *et al.*, 2004b). The crop calendar is developed because they are believed to adapt well to unfavourable edaphic conditions, unpredictable water levels and pest cycle.

Details of the experimental protocols are described in related references below.

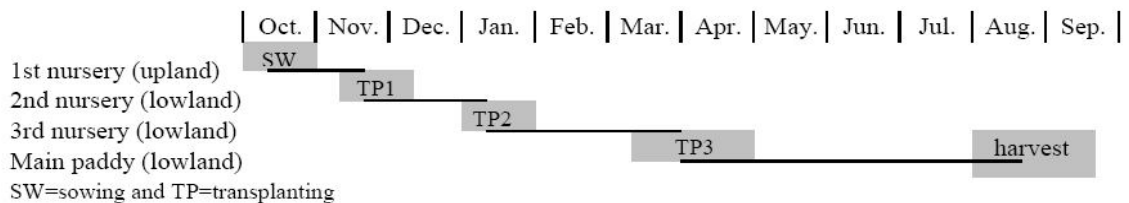


Figure 1. A typical crop calendar of traditional transplanting practice in South Kalimantan (Hasegawa *et al.*, 2004).

## RESULTS AND DISCUSSION

*Yield of local rice cultivars.* It is common that the local rice cultivars are considered as low yield rice cultivar. In average, the local rice cultivars produce 2 tonne ha<sup>-1</sup>. However, our survey works shown that there some of the local rice

Table 1. High yielding local cultivars > 3 tonne ha<sup>-1</sup> grown without fertilizer

District	Cultivars	Yield (tonne ha <sup>-1</sup> )	Notes
Aluh-Aluh	Palas	4.04	(Hasegawa <i>et al.</i> , 2001)
Aluh-Aluh	Petai Alai	3.84	
Aluh-Aluh	Siam Putih	3.55	
Aluh-Aluh	Siam Pandak	3.46	
Aluh-Aluh	Siam Pandak	3.32	
Aluh-Aluh	Siam Pandak	3.12	
Gambut	Siam Abu	3.11	
Gambut	Siam Unus	3.86	
Gambut	Bayar Pahit	3.42	
Gambut	Siam Unus	3.09	(Hasegawa <i>et al.</i> , 2001)
Alalak	Siam Ubi	5.34	(Hasegawa <i>et al.</i> , 2002)
	Lakatan	5.07	
	Kawi	4.87	
	Lakatan Gadur	4.62	
	Siam Puntal	4.12	
Kuin	Padi Panjang	8.09	(Purnomo <i>et al.</i> , 2010a)

cultivars yielded more than 3 tonne ha<sup>-1</sup> without fertilizer (Table 1). Even, some of them produced more than 5 tonne ha<sup>-1</sup>. One of them (Padi Panjang) produced 8

tonne ha<sup>-1</sup>. Figure 2 shows the panicle length of Padi Panjang approximately 50 cm, almost twice of commonly grown local rice cultivars. In addition, comparing the yield with other local rice cultivars, it was noticed that the Padi Panjang cultivar had much higher yield. Therefore, it raises a question about mechanisms involved in supplying nutrients to support high yield without fertilizer.

*Factors in influencing yield of the local rice cultivars.* We investigated



Figure 2 Panicle length of Padi Panjang compared with other local rice variety.

some possible factors that may influence the yield of the local rice cultivars, namely, soil, bacteria and root factors.

Soil factor. In this section, selected soil characters of where the local rice cultivars grown and association of certain soil property with yield component will be discussed. As demonstrated in Figure 3, 90% of the soil samples in the study sites ranged acid to very acidic. It was also observed that almost 80% of the soil samples had low to very low of available P. However, the reserve P of the soil samples ranged high to very high. Furthermore, uncontrollable water level makes it impossible to grow modern rice varieties in this area. In addition, Purnomo *et al.* (2006) showed that at flowering time approximately 80% of N absorbed originated from other than soil N.

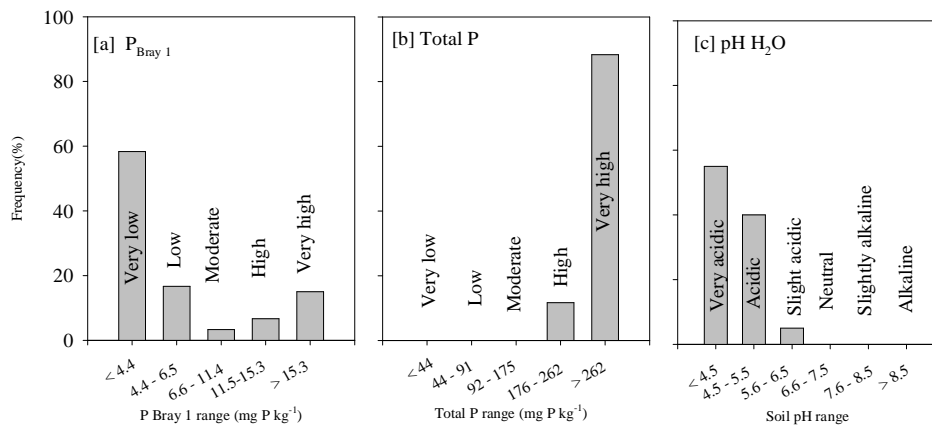


Figure 3. The concentrations of P Bray 1 and total P, and pH of soil the local rice growing areas

Our studies revealed that despite the poor soil condition, the local rice cultivars were able to produce a reasonable high yield without fertilizers application. It is proposed that there may be involvement of bacteria to sustain yield of the local rice cultivars.

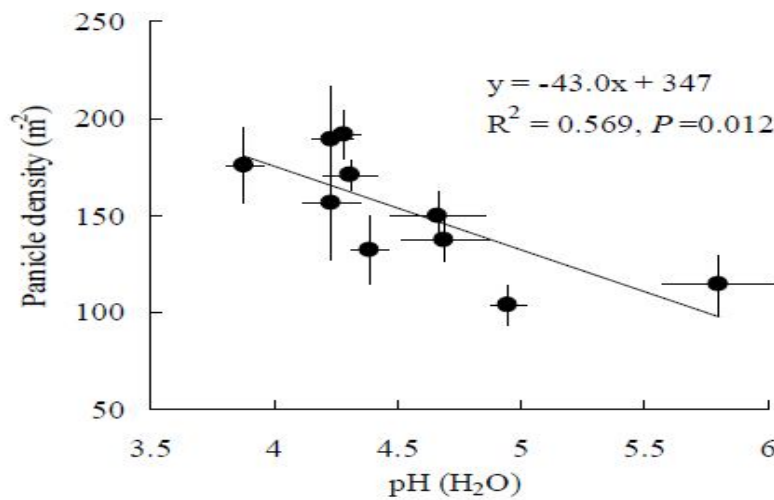


Figure 4. Relationship between panicle density and pH (H<sub>2</sub>O) (Hasegawa *et al.*, 2004b).

From a survey work of Hasegawa *et al.* (2004b) found that soil pH had a negative correlation with panicle density (Figure 4). This finding was a surprise.

Since the soil pH where the rice was grown was classified as very acidic, it was thought that increasing pH of a very acidic soil would improve yield. An effort was carried out to recall others' work in trying to explain such phenomena. First, Purnomo *et al.* (2005b) showed that rhizosphere soil pH of local rice was higher than in the bulk soil. In more detail Hashidoko *et al.* (2006) showed that pH of rhizoplane of the local rice cultivars were much higher than soil. It was more obvious for alive plant (Figure 5). It was observed that the pH difference between the bulk soil and the rhizoplane was much larger for the local rice cultivars than the modern rice varieties. The higher pH of rhizosphere or rhizoplane is due to mineralization of the N fixing bacteria. It seems that the higher pH of rhizosphere or the rhizoplane prevent the negative effect of the very acidic effect on solubilization of plant nutrients, especially P and K and the effectiveness N fixing bacteria.

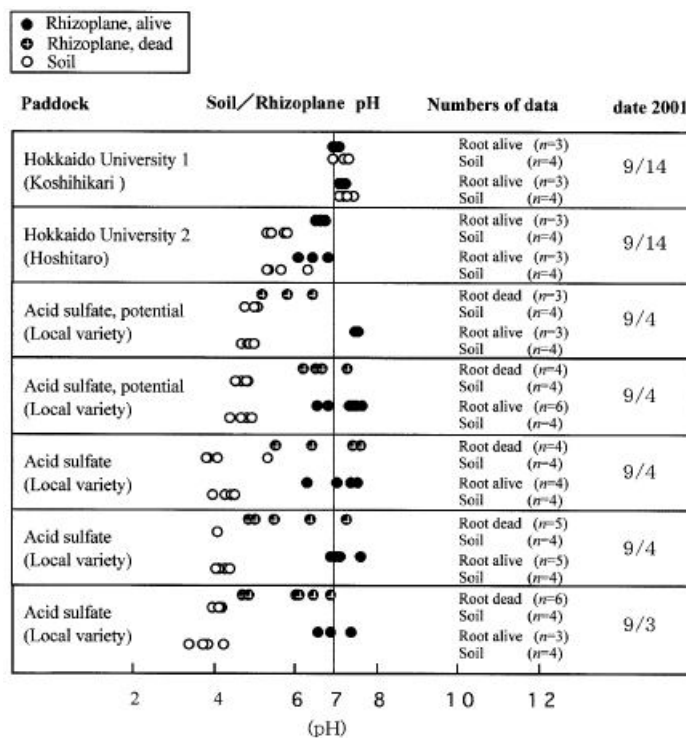


Figure. 5. Rhizoplane pH of paddy rice grown in acid-sulfate soil or another soil (Hashidoko *et al.*, 2006).

Secondly, there were two works demonstrated the effect of modifying nutrient availability on growth or yield of local rice. Hasegawa *et al.* (2004a)



showed that in low N condition, dry weight of total (plant+root) or root of the local rice cultivar (Siam Unus) was higher than that of modern rice varieties (IR72 or Koshihikari). In the other hand, increasing N condition, did not affect dry weight of total or root of the local rice. In contrast with the modern rice varieties which significantly responded to the N addition (Table 2). This indicates that the local rice cultivar did not need N fertilization. In the field situation, the reduction of root length may decrease the exploration capability of the root to obtain nutrients. This was supported by Padi Panjang cultivar in the field (Purnomo *et al.*, 2010a). There was no need to fertilize the local rice cultivar. In Figure 6a, fertilizer application to Padi Panjang cultivar decrease the growth (stem size). It was also noticed that the fertilization did not exceed the Padi Panjang cultivar yield grown in the original site (8 tonne ha<sup>-1</sup>). It was also noted that without fertilizer, the Padi Panjang had more aeranchyma (Figure 6b). This is maybe the way of the local rice cultivars to maximize the function of N fixing bacteria.

Table 2. Dry weights of total (plant+root) and root at 8 weeks after transplanting.  $\pm$  standard error (Hasegawa *et al.*, 2004a).

Nitrogen	Cultivar	Dry weight (g m <sup>-2</sup> )	
		Total	Root
Low	Siam Unus	507 $\pm$ 4.9	155 $\pm$ 15.6
	IR 72	416 $\pm$ 16.4	99 $\pm$ 3.1
	Koshihikari	378 $\pm$ 59.6	70 $\pm$ 17.3
High	Siam Unus	508	86
	IR 72	582	118
	Koshihikari	600	94



Figure 6. The effect of adding N, P, and K fertilizers on growth (stem [a]) and aerachyma size [b] of a local rice cultivar (Padi Panjang)

Thirdly, during off season, *Juncus* sp (Purun Tikus) dominated the farmers' paddock. *Juncus* is thought to be a plant indicator for very acidic soils. Hashidoko *et al.* (2006) observed that *Spingomonas* sp found in the root of *Juncus* sp that it was also found in the root of the local rice (Siam Unus). According to Su *et al.* (2007), his bacteria was acid tolerant. There is a proposition that during the off season the *Juncus* acts as a host plant the N fixing bacteria. From field observation, as the soil pH increase, the *Juncus* sp disappeared. So, it is plausible that in high pH soils, there may be no *Spingomonas* sp exists for the following growing season.

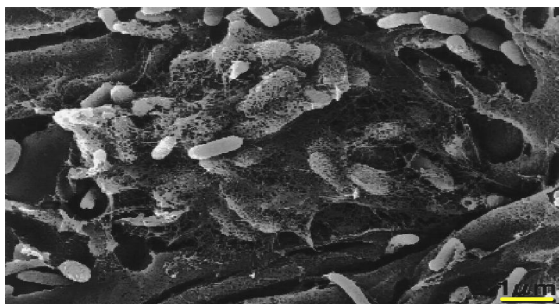


Figure 7. Photograph of scanning electron microscopy of *Spingomonas* anchored on the host rhizoplane (Hashidoko *et al.*, 2006).

*Bacteria factor.* In this line, only bacteria involved in N, P and K nutrition were investigated. Study of Hashidoko *et al.* (2006) demonstrated that *Spingomonas* sp (Figure 7) was the common N fixing bacteria anchored in the rhizosphere of the local rice cultivar. This bacteria was able to fix N in the aeranchyma of rice plant.

Table 3. P uptake and P sources (Value  $\pm$  s.e.) (Purnomo *et al.*, 2005a)

Components of net P balance (kg P ha <sup>-1</sup> )	Rice variety		
	Siam Puntal	Siam Ubi	Siam Unus
P uptake	9.20 $\pm$ 2.48	11.92 $\pm$ 0.58	11.36 $\pm$ 0.79
P from the soil	-0.08 $\pm$ 0.02	-0.08 $\pm$ 0.02	-0.08 $\pm$ 0.02
P from the microbial biomass	3.81 $\pm$ 0.79	4.88 $\pm$ 0.61	1.84 $\pm$ 1.65
P from the water	-0.05 $\pm$ 0.01	-0.05 $\pm$ 0.01	-0.05 $\pm$ 0.01

We also study the balance of P in the plant-soil system. It was noticed that 40-60 % of P absorbed by the plant was derived from the action of bacteria. The figure 60% was accounted in Siam Ubi or Siam Puntal where P solubilizing bacteria was more diverse that in Siam Unus (Table 3). Furthermore, Purnomo *et al.* (2005a) found that *Burkholderia* sp was the common P solubilizing bacteria in the rhizosphere of Siam Unus, Siam Ubi and Siam Puntal (Table 4). They also observed that the bacteria diversity was highest in the rhizosphere of Siam Ubi, followed by Siam Puntal and Siam Unus. This corresponded with the trends of the yields (Hasegawa *et al.*, 2001; Hasegawa *et al.*, 2002) and the role of the P solubilizing bacteria in supplying P (Purnomo *et al.*, 2005a). According to Kirchof *et al.* (1997) and Kennedy *et al.* (2004) *Burkholderia* sp was considered as N

fixing bacteria, however, Purnomo *et al.* (2005a) showed that from the DNA sequence analysis this bacteria were identified as P solubilizing bacteria.

Other study (Yulia *et al.*, 2006) has successfully isolated K solubilizing bacteria from the rhizosphere soil of some local rice cultivars. However, further study on this line is still needed.

Table 4. P solubilising bacteria anchored in the rhizosphere soil of Siam Unus, Siam Ubi and Siam Puntal (Purnomo *et al.*, 2005a)

Siam Unus	Siam Ubi	Siam Puntal
<i>Burkholderia</i> sp	<i>Burkholderia cepacia</i> strain	<i>Burkholderia cepacia</i> strain
<i>Burkholderia phenazineum</i>	<i>Burkholderia</i> sp.	<i>Burkholderia gladioli</i> strain
<i>Burkholderia cepacia</i> strain		<i>Burkholderia</i> sp
	<i>Streptacidiophilus jiangxiensis</i>	<i>Streptacidiophilus jiangxiensis</i>
	<i>Streptomyces</i> sp.	<i>Streptomyces</i> sp.
		<i>Nitrosospora</i> sp.
	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> strain	
	<i>Ralstonia pickettii</i> strain	
	<i>Microbacterium esteraromaticum</i>	

*Root factor.* The discussion of root factor will be focus on the physical aspect of the root and the effect of root in influencing the soil properties. Figure 8 shows root length, root volume and root dry weight of Padi Panjang cultivar compares IR64 variety. It was found that root of the Padi Panjang was larger that of the IR64 variety. The larger rooting system will explore more nutrients and influence more the soil chemical and biological properties in the rhizosphere.

Purnomo *et al.* (2010b) studied the effect of root of Padi Panjang cultivar and IR64 on the N, P and K concentrations in the rhizosphere soil. The results showed that Padi Panjang cultivar had the capability to change the soil chemical properties in the rhizosphere. The impact was more extent compared with IR64

cultivar. The changes were depended on soil character, especially, soil texture. The soil with high clay content was the least affected by root.

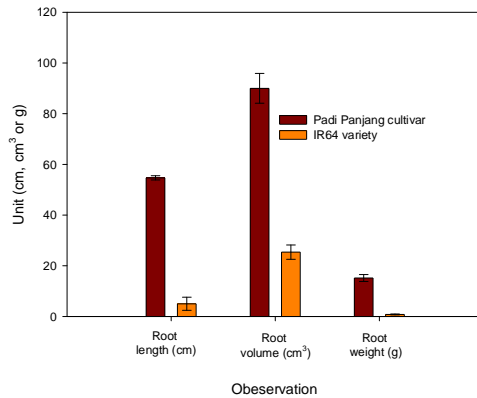


Figure 8. Root physical properties of Padi Panjang cultivar and IR64 variety.

It was observed that Padi Panjang cultivar acidified more than IR64 variety. A depletion zone of  $K^+$  and  $NH_4^+$  was found in the rhizosphere of both Padi Panjang cultivar and IR64 variety. The depletion zone of these ions could reach as far as 3 cm from the rhizosphere. For P, the depletion zone only occurred in the rhizosphere soil of IR64 cultivar. However, for Padi Panjang cultivar, the depletion zone of P did not exist. The Padi Panjang cultivar was able to maintained P concentration the same as or higher than control soil without plant. This is the first report showing that Padi Panjang cultivar can be considered as efficient lowland rice cultivar in absorbing not only P but also K in a P- and K-deficient-soil.

## CONCLUSION

It can be concluded that inspite of very acidic condition, low concentrations of N, P and K and uncontrollable water level, the local rice cultivars yielded more than 3 tonne  $ha^{-1}$ , without fertilizer. Even, one of them (Padi Panjang cultivar) yielded 8 tonne  $ha^{-1}$ . Some findings indicated improving soil condition did not increase yield of the local rice cultivars. It was demonstrated that under adverse soil, the local rice cultivars had the capability [a] to enlarge the aeranchyma for maximizing the function of N fixing and [b] to expand the root

system in order to increase the capability to explore nutrient and to release more exudates that is not only functioning to solubilize P and K mineral, but also to invite P and K solubilizing bacteria to anchor in rhizosphere of the local rice cultivars.

### ACKNOWLEDGEMENT

EP would like to thank PT Adaro Indonesia for covering the expenses to the seminar and for the excellent working environment. Dean of Faculty of Forestry, Lambung Mangkurat University for permitting me to attend the seminar. Students involved in the Center for Tropical Adverse Soil Studies were highly appreciated. The committee of the Seminar Keragaman Hayati Tanah for selecting this paper for the Special Issue. Journal of Tropical Soil (JTT) for letting us to disseminate our works.

### REFERENCES

- Hasegawa, T., S. Matsuo, Y. Gotoh, Y. Hashidoko, E. Purnomo and M. Osaki. 2004a. Physio-morphological traits of South Kalimantan local rice varieties -Comparisons with improved indica and temperate japonica varieties-. *Japanese Journal of Crop Science*. **73**:224-226.
- Hasegawa, T., E. Purnomo and G. Rusmayadi. 2001. Establishment of sustainable agro-ecosystems in Kalimantan: A field survey report with reference to rice production in South Kalimantan. In: Anonymous (2001) *Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia*. Annual Report for April 2000-March 2001.
- Hasegawa, T., E. Purnomo, Y. Hashidoko and M. Osaki. 2002. Productivity of local rice varieties grown on acid sulphate soil in South Kalimantan. *International Symposium on Land Management and Biodiversity in Southeast Asia*. Bali, Indonesia. 17-20 September 2002.
- Hasegawa, T., E. Purnomo, Y. Hashidoko, M. Osaki and G. Rusmayadi. 2004b. Grain yield and its variation of local rice varieties grown on acid sulphate soil in South Kalimantan. *Japanese Journal of Crop Science*, **73**: 220-221.
- Hasegawa, T., E. Purnomo, Y. Hashidoko, M. Osaki and G. Rusmayadi. 2004c. Effects of genotypes and transplanting methods on panicle weights of rice grown on acid sulphate soil in South Kalimantan. *Japanese Journal of Crop Science*. **73**: 222-223.
- Hashidoko, Y., H. Hayashi, T. Hasegawa, E. Purnomo, M. Osaki and S. Tahara. 2006. Frequent isolation of sphingomonads from local rice varieties and other weeds grown on acid sulfate soil in South Kalimantan, Indonesia. *Tropics*. **15**: 391-395.

- Kennedy, I.R., A.T.M.A.Choudhury and M.L. Kecske's. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil Biol. Biochem.* **36**: 1229-1244.
- Kirchhof, G., M. Schloter, B. Abmus and A. Hartmann. 1997. Molecular microbial ecology approaches applied to diazotrophs associated with nonlegumes. *Soil Biol. Biochem.*, **29**: 853-862.
- Purnomo, E., M. Sarwani, A. Jumberi, A. Mursyid, T. Hasegawa, Y. Hashidoko, T. Shinano, S. Honma and M. Osaki. 2005a. Phosphorus Nutrition of High Yielding Local Rice Varieties Grown without Fertilizer on Acid Sulphate Soil. *Soil Science and Plant Nutrition* **51**: 679-681.
- Purnomo, E., M.L. Setiawan, H. Halim, D. Choiron, R. Yulia, T. Shinano, Y. Hashidoko, T. Hasegawa and M. Osaki. 2005b. Padi lokal, tanpa pupuk dengan hasil 8 ton per hektar. *Kompas*. 21 September 2005. (In Indonesian language)
- Purnomo, E., T. Hasegawa, Y. Hashidoko and M. Osaki. 2006. Soil nitrogen supply and local rice nitrogen uptake in unfertilised acid sulphate soil in South Kalimantan. *Tropics*. **15**: 349-354.
- Purnomo, E., Y. Hashidoko, T. Hasegawa and M. Osaki. 2010a. Extreme High Yield of Tropical Rice Grown Without Fertilizer on Acid Sulfate Soil in South Kalimantan, Indonesia. *Jurnal Tanah Tropika*. **15**: 33-38
- Purnomo, E., M. Turjaman, A. Hairani, A. Mursyid, D. Choiron, R. Yulia and M. Osaki. 2010b. Root-induced Changes in the Rhizosphere of Extreme High Yield Tropical Rice: 1. Soil Chemical Properties. *Jurnal Tanah Tropika*. In press.
- Su, Y., T. Shinano, E. Purnomo and M. Osaki. 2007. Growth promotion of rice by inoculation of acid-tolerant, N<sub>2</sub>-fixing bacteria isolate from acid sulphate paddy soil in South Kalimantan, Indonesia. *Tropics*. **16**: 261-274.
- Yulia, R., E. Purnomo, R. Razie dan Krisdianto. 2006. Identifikasi mikroorganisme penambat nitrogen, pelarut fosfat dan kalium di tanah dan rizosfer beberapa jenis padi yang ditanam di tanah pasang surut. *Enviroscientiae* **2**: 1-10. (In Indonesian language).

Diskusi:

Pertanyaan (Irnanda AFD, FP Unipa, Papua): apakah Bapak mengamati ketebalan bahan organik?

Jawab: belum ada tanda-tanda bahan organik terdegradasi

# **POPULASI DAN KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR PADA KEBUN KELAPA SAWIT DI TANAH MINERAL DAN GAMBUT**

**Maria Viva Rini<sup>1</sup>, Bambang Utoyo<sup>2</sup>, and Paul B. Timotiwu<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Dosen Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung**

**<sup>2</sup>Dosen Politeknik Negeri Lampung**

## **ABSTRACT**

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are found in the vast of majority of terrestrial plant species, however their population and diversity are vary. This study was aimed at determining AMF population and it's diversity at oil palm plantation both grown at mineral (government and smallholder plantations) and peat soil (private plantation). Soil samples were taken from 20 points for each plantation. At each point, top soil at 15 cm depth was collected inside and outside circle weeding for spore isolation and identification. Spores were isolated by wet sieving and decanting method using 350 and 45 µm sieves. Isolated spores were then counted manually under stereo microscope. Spore's morphology and their reaction to melzer solution were used to identify AMF to genus level. Results showed that the highest spore population was found from mineral soil at smallholder plantation followed by peat soil and mineral soil at government plantation. There were 8 types of AMF found in mineral soil, while only 5 types at peat soil. *Glomus* type 3 and *Acaulospora* sp were the dominant AMF found in mineral soil while *Glomus* type 9 was the dominant AMF from peat soil. Results obtained also showed that the number of spore inside circle weeding was higher compared to outside circle weeding, however the AMF type found in both sides are the same.

Keywords: Arbuscular mycorrhiza, population, diversity, oil palm

## **PENDAHULUAN**

Salah satu mikroorganisma tanah bermanfaat yang bersimbiosis dengan tanaman adalah fungi mikoriza arbuskular (fma). Simbiosis ini bersifat saling menguntungkan karena fungi memperoleh senyawa organik karbon dari tanaman inangnya dan sebaliknya fungi membantu akar tanaman menyerap unsur hara terutama unsur hara yang tidak mobil di dalam tanah seperti P, Fe dan Zn. Selain membantu tanaman dalam menyerap unsur hara, hifa fma yang berkembang di dalam tanah secara langsung dapat memperbaiki sifat fisik tanah melalui perbaikan agregat tanah. Hifa tersebut juga dapat membantu tanaman menyerap



air dari tanah dengan kemampuan yang jauh lebih efisien dibandingkan dengan rambut akar (Smith and Read, 2008).

Fungi mikoriza arbuskular dapat ditemukan hampir di semua komunitas tumbuhan, baik yang alami maupun yang dibudidayakan dengan jumlah dan keragaman di dalam tanah beragam, dan tingkat infeksi propagul yang cenderung rendah. Hal ini dapat terjadi karena adanya gangguan terhadap tanaman dan tanah karena aktivitas manusia seperti cara tanam monokultur, sistem bera, cara pengolahan tanah, pemadatan tanah, dan penggunaan bahan kimia yang berlebihan seperti pupuk dan pestisida. Barea dan Azcon-Aguilar (1983) dan Gupta and Mukerji (2000) melaporkan bahwa terdapat spesies-spesies fma yang dominan pada kondisi lingkungan tanaman dan tanah tertentu. Opik *et al.* (2006) mendapatkan jumlah fma yang dapat bersimbiosis dengan inang tertentu tergantung dari tipe habitat. Kekayaan jenis fma tertinggi ditemukan di hutan tropika (18,2 jenis per tanaman), diikuti oleh padang rumput (8,3 jenis per tanaman), hutan subtropika (5,6 jenis per tanaman), dan lahan pertanian dan lahan yang terpolusi (5,2 jenis per tanaman).

Praktik pengelolaan pertanian yang berbeda akan berdampak terhadap populasi dan keragaman fma di dalam tanah. Sieverding (1991) menemukan indikasi bahwa keragaman spesies fma menurun dari ekosistem alami ke ekosistem pertanian dengan masukan tinggi. Sieverding (1991) mengompilasi data dari Brazil, Colombia, dan Zaire dan menemukan pada ekosistem alami terdapat 16—21 spesies fma, pada ekosistem pertanian dengan masukan rendah 10—15 spesies, dan ekosistem pertanian intensif hanya terdapat 6—9 spesies fma.

Kelapa sawit adalah tanaman yang secara alami bersimbiosis dengan fma. Terdapat tiga bentuk pengelolaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia yaitu kebun rakyat, kebun besar milik negara (PTPN), dan kebun besar milik swasta. Praktik budidaya pada ketiga jenis kebun ini cukup berbeda. Pada perkebunan besar pembukaan lahan cenderung secara mekanisasi dan dalam budidaya menggunakan input bahan kimia untuk pupuk dan pestisida lebih intensif dibandingkan dengan kebun milik rakyat. Disamping kondisi iklim dan jenis tanah, praktik budidaya yang berbeda ini akan mempengaruhi populasi dan jenis mikoriza yang berkembang secara alami di dalam tanah (Del Val *et al.*, 1999;

Oehl, *et al.*, 2003). Oleh karena itu, penelitian ini dijalankan untuk melihat pengaruh praktik budidaya dengan masukan bahan kimia yang tinggi dan jenis tanah pada populasi dan keragaman mikoriza di dalam tanah. Data yang diperoleh akan bermanfaat untuk membuat kebijakan dalam pengelolaan kebun kelapa sawit dan untuk mengembangkan pupuk hayati berbasis fungi mikoriza arbuskular.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Produksi Perkebunan Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Juli 2007—Agustus 2008. Sampel tanah diambil dari tiga kebun kelapa sawit yaitu kebun milik rakyat dan kebun besar milik pemerintah (ditanam di tanah mineral) dan kebun besar milik swasta (ditanam di tanah gambut). Kebun milik rakyat berada di Desa Sidomulyo Lampung Selatan, kebun besar milik negara berada di Rejosari Lampung Selatan, dan kebun besar milik swasta berada di Rawajitu Utara Tulang Bawang.

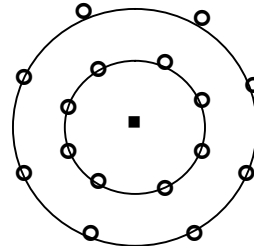
### **Pengambilan Sampel Tanah**

Di setiap kebun ditentukan 20 titik sampel secara acak. Pada masing-masing titik sampel, sampel tanah diambil dari 8 titik pada lingkaran I dengan jari-jari 1,5 m (dalam bokoran) dan 8 titik pada lingkaran II dengan jari-jari 3 m (di luar bokoran) dengan tanaman kelapa sawit sebagai titik pusat (Gambar 1). Sampel tanah diambil pada daerah rizosfera kelapa sawit atau rizosfera gulma yang ada di kebun sampai kedalaman 20 cm dari atas permukaan tanah. Sampel-sampel tanah pada masing-masing lingkaran kemudian disatukan untuk mewakili satu titik subsampel, lebih kurang sebanyak 2 kg/titik subsampel. Oleh karena itu, pada tiap satu titik sampel terdapat dua sub sampel tanah.

Pengambilan tanah pada dua subsampel ini dipisahkan karena kenyataan di lapangan pada lingkaran I hampir tidak ada tanaman kecuali hanya akar kelapa sawit, sedangkan pada lingkaran II disamping akar kelapa sawit juga banyak tumbuh gulma maupun tanaman setahun atau tanaman kacang penutup tanah.

Sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label nama kebun, titik sampel, dan tanggal pengambilan sampel.

- = titik pengambilan sampel
- = Tanaman kelapa sawit
- Jari-jari lingkaran I = 1,5 m
- Jari-jari lingkaran II = 3,0 m



Gambar 1. Cara pengambilan sampel tanah di satu titik sampel

### Penyiapan Sampel Tanah

Sampel tanah dari lapangan segera dibawa ke laboratorium. Sampel tanah dikeringudarkan di dalam laboratorium dan dicampur rata supaya homogen. Analisis kimia dan fisik tanah dilakukan untuk masing masing lokasi kebun (hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1).

Tabel 1. Data analisis tanah dari tiga kebun kelapa sawit

Fraksi Unsur	Nilai		
	Kebun Milik Negara (tanah mineral)	Kebun Rakyat (tanah mineral)	Kebun milik Swasta (tanah gambut)
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	4,8	4,8	3,4
C (%) Walkley & Black	1,1	1,3	14,5
N (%) Kjeldahl	0,19	0,19	0,14
P (ppm) Bray-1	1,93	3,38	64,07
K (me/100 g)	0,16	0,16	0,39
KTK (me/100 g)	8,35	9,25	3,50
Al-dd (me/100 g)	0,40	0,30	0,30
Pasir (%)	27,98	36,48	83,02
Debu (%)	26,17	28,19	11,13
Liat (%)	45,85	35,33	5,85

## **Isolasi dan penghitungan jumlah spora FMA**

Isolasi dilakukan dengan cara penyaringan basah menurut metode Brundrett *et al.* (1996). Sebanyak 50 g sampel tanah dimasukkan ke dalam wadah kemudian ditambahkan air lebih kurang 500 ml, kemudian diaduk selama lebih kurang 1 menit supaya spora-spora yang terperangkap di antara partikel tanah terbebaskan. Larutan dituangkan pada saringan mikro dengan berbagai ukuran (500, 350, 150, dan 45  $\mu\text{m}$ ) yang sudah disusun bertingkat dengan ukuran yang paling kecil berada pada bagian bawah. Hal yang sama diulang sebanyak 5 kali sehingga semua spora yang ada pada sampel tanah sudah terbebaskan. Spora-spora yang tertahan pada masing-masing saringan selanjutnya dipindahkan kedalam cawan petri. Jumlah spora dihitung secara manual dengan mengamati spora yang telah dikumpulkan dalam cawan petri di bawah mikroskop stereo. Hanya spora yang sehat saja yang dihitung.

## **Identifikasi Spora FMA**

Identifikasi spora dilakukan sampai ke tingkat genus (*Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Archeospora*, dan *Paraglomus*). Spora diklasifikasikan berdasarkan warna spora, bentuk spora, ada tidaknya *bulbose*, *cicatrix*, *sphoroporous saccule*, ornamen spora, dan reaksi spora terhadap larutan melzer. Proses identifikasi dilakukan dua tahap:

1. Spora-spora dalam cawan petri diamati di bawah mikroskop stereo, kemudian spora-spora dipisahkan berdasarkan warna dan ukuran kedalam masing-masing gelas arloji dengan bantuan pinset spora. Setelah itu spora dalam gelas arloji kembali diamati di bawah mikroskop stereo, jika ciri-ciri khas genus dapat diamati maka spora langsung dikeluarkan dan dicatat genusnya berikut warna, ukuran (kecil, sedang, dan besar) dan ciri-ciri khasnya. Biasanya ciri-ciri khas ini susah ditemukan pada spora-spora yang berasal dari lapang.
2. Jika ciri-ciri khas tidak ditemui, spora kemudian dipindahkan ke atas gelas preparat, sebagian ditetesi dengan larutan melzer dan sebagiannya lagi ditetesi dengan larutan PVLG. Preparat kemudian ditutup dengan gelas penutup dan

ditekan supaya spora pecah dan bereaksi dengan melzer. Pengerjaan dilakukan di bawah mikroskop stereo dan perubahan warna spora diamati dan dibandingkan dengan spora dalam larutan PVLG. Selanjutnya gelas preparat diamati di bawah mikroskop majemuk untuk melihat lebih rinci ornament spora dan ketebalan dinding sel spora. Berdasarkan pengamatan tersebut, spora diklasifikasikan sesuai dengan genusnya.

### **Dominansi FMA**

Dominansi fma adalah persentase keberadaan masing-masing jenis fma pada contoh tanah yang diamati. Dominansi dihitung berdasarkan ada tidaknya jenis fma tertentu pada setiap contoh pengamatan dibagi dengan jumlah pengamatan seluruhnya kemudian dikalikan dengan 100 persen.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada Tabel 2 disajikan data jumlah spora di ketiga kebun yang diamati baik yang di dalam maupun yang di luar bokoran. Jumlah spora tertinggi ditemukan pada kebun kelapa sawit rakyat (tanah mineral), diikuti oleh kebun besar milik swasta (tanah gambut), dan yang terendah di kebun besar milik negara (tanah mineral). Tingginya jumlah spora di kebun milik rakyat diduga karena banyak terdapat tanaman sela (ubi kayu, labu, terong, cabai, dan tomat) diantara pohon kelapa sawit yang cocok dengan mikoriza dibandingkan dengan hanya rumput dan kacang penutup tanah di kebun besar milik negara dan swasta

Disamping itu, dapat dilihat juga bahwa jumlah spora di dalam bokoran lebih tinggi daripada di luar bokoran untuk ketiga kebun yang diamati. Daerah bokoran yang relatif terbuka permukaan tanahnya daripada di luar bokoran memungkinkan suhu tanah akan lebih tinggi. Smith and Read (2008) menyatakan bahwa respon fma dengan tanaman inang bervariasi terhadap suhu tanah. Presentase kolonisasi meningkat pada suhu 30 °C atau lebih. Mosse (1981) yang dikutip oleh Atmaja (2001) menyatakan suhu yang relatif tinggi akan meningkatkan aktivitas fungi. Beberapa spesies Gigaspora yang diisolasi dari

tanah Florida, di wilayah subtropika mengalami perkecambahan paling baik pada suhu 34 °C.

Tabel 2. Jumlah spora fma di dalam dan di luar bokoran pada tiga kebun kelapa sawit

Lokasi	Jumlah spora/50 g tanah		
	Kebun Milik Negara (tanah mineral)	Kebun Rakyat (tanah mineral)	Kebun milik Swasta (tanah gambut)
Di dalam bokoran	19,1	30,0	33,8
Di luar bokoran	12,3	23,5	16,4
<b>Rata-rata</b>	<b>15,7</b>	<b>26,8</b>	<b>25,1</b>

Keanekaragaman fma di setiap ekosistem akan berbeda, tergantung dari jenis tanah dan vegetasi yang ada di sekitarnya, cara pengolahan tanah, pemupukan, pemeliharaan tanaman, serta organisme lain yang mungkin ada di lokasi tersebut.

Sebanyak 8 jenis cma ditemukan di kebun tanah mineral dan hanya 5 jenis ditemukan di lahan gambut (Tabel 3). Pada lokasi tanah mineral ditemukan spesies fma yang sama yaitu *Glomus* tipe 1—7 dan *Acaulospora* sp. Pada lahan gambut ditemukan spesies *Glomus* tipe 8—11 dan *Entrophospora* sp. Perbedaan jenis atau tipe fma yang ditemukan di lahan mineral dan gambut dapat disebabkan oleh perbedaan sifat fisik dan kimia tanah mineral dan tanah gambut yang sangat nyata (Tabel 1) sehingga mempengaruhi daya adaptasi fma. Tidak berbedanya jenis fma di tanah mineral yang terdapat di kebun rakyat dan kebun besar milik negara mengindikasikan bahwa keragaman fma di kebun sawit yang diteliti tidak dipengaruhi oleh cara pengelolaan lahan yang diterapkan. Perbedaan cara mengelola lahan lebih berpengaruh terhadap populasi fma bukan pada keragamannya.

Tanah gambut adalah tanah yang memiliki karakteristik yang khas, seperti pH tanah yang rendah, unsur hara rendah, kandungan bahan organik sangat tinggi. Menurut Siquiera *et al.* (1984) yang dikutip oleh Clark (1997), fungi mikoriza dapat hidup pada kisaran pH tanah 2,7—9,2 dan setiap spesies mempunyai perbedaan toleransi terhadap pH tanah. Dengan demikian 5 spesies fma yang

ditemukan di lahan gambut merupakan spesies fma yang toleran terhadap pH tanah yang rendah yaitu 3,4.

Tabel 3. Jenis dan jumlah spora fungi mikoriza arbuskular pada tiga kebun kelapa sawit

Spesies FMA	Jumlah spora/50 g tanah					
	Kebun milik negara (tanah mineral)		Kebun milik rakyat (tanah mineral)		Kebun milik swasta (tanah gambut)	
	Dalam bokoran	Luar bokoran	Dalam bokoran	Luar bokoran	Dalam bokoran	Luar bokoran
<i>Glomus</i> tipe 1	0,6	0,6	0,2	1,3	0	0
<i>Glomus</i> tipe 2	2,1	1,3	2,0	1,6	0	0
<i>Glomus</i> tipe 3	4,1	4,2	6,7	8,8	0	0
<i>Glomus</i> tipe 4	0,4	0,4	0,1	0,8	0	0
<i>Glomus</i> tipe 5	0,9	1,1	0,2	0,1	0	0
<i>Glomus</i> tipe 6	1,4	0,9	0,9	2,3	0	0
<i>Glomus</i> tipe 7	1,4	0,1	2,3	1,0	0	0
<i>Glomus</i> tipe 8	0	0	0	0	1,3	1,4
<i>Glomus</i> tipe 9	0	0	0	0	15,7	5,6
<i>Glomus</i> tipe 10	0	0	0	0	6,1	1,6
<i>Glomus</i> tipe 11	0	0	0	0	6,1	5,3
<i>Acaulospora</i> sp	8,1	3,7	17,6	7,6	0	0
<i>Entrophospora</i> sp	0	0	0	0	4,6	2,5
<b>Total Jumlah spora</b>	<b>19,1</b>	<b>12,3</b>	<b>30</b>	<b>23,5</b>	<b>33,8</b>	<b>16,4</b>
<b>Jumlah spesies</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Pada kebun sawit di tanah mineral baik yang dimiliki oleh negara maupun milik rakyat *Glomus* tipe 3 dan *Acaulospora* merupakan spesies fma yang paling dominan dengan tingkat dominansi sebesar 90—100 % (Tabel 4 dan 5) diikuti oleh spesies *Glomus* tipe 2 dan tipe 6. Spesies *Glomus* dominan di dalam maupun di luar bokoran. Adanya persaingan antarspesies kemungkinan besar bisa terjadi, dan hanya spesies-spesies yang mampu bersaing dan beradaptasi saja yang akan tetap berkembang. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa jumlah spora dalam bokoran lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah spora di luar bokoran yang mengindikasikan spesies fma yang berada dalam bokoran mampu bersimbiosis dengan akar tanaman kelapa sawit (dalam bokoran tidak ada tanam sela ataupun gulma yang tumbuh). Sehingga, pemilihan spesies fma untuk dikembangkan menjadi pupuk hayati sebaiknya berdasarkan tingkat dominansinya di dalam

bokoran. Pada lahan gambut, spesies *Glomus* juga dominan, dari 5 spesies fma yang ditemukan 4 spesies adalah dari genus *Glomus* dan satu spesies dari genus *Entrophospora* (Tabel 6). Diantara spesies *Glomus*, yang paling dominan adalah *Glomus* tipe 9.

Secara umum dapat diketahui bahwa genus *Glomus* merupakan jenis fma yang paling dominan di ketiga kebun kelapa sawit yang diteliti. Genus *Acaulospora* hanya ditemukan di tanah mineral, dan *Entrophospora* hanya ditemukan di tanah gambut. Berdasarkan INVAM (2002), *Glomus* merupakan jenis fma yang paling dominan dan mempunyai toleransi yang luas terhadap berbagai faktor lingkungan, sebab dari 172 jenis fma yang telah diidentifikasi, ternyata 52,3 % adalah jenis *Glomus*, diikuti oleh *Acaulospora* 20,9 %, *Scutellospora* 16,9 %, *Gigaspora* 4,7 %, *Entrophospora* 2,3 %, *Archeospora* 1,7 %, dan *Paraglomus* 1,2%.

Tabel 4. Dominansi spesies fungi mikoriza arbuskular pada kebun kelapa sawit milik negara (tanah mineral)

Spesies FMA	Dominansi (%)	
	Di dalam Bokoran	Di luar bokoran
<i>Glomus</i> tipe 1	43	36
<i>Glomus</i> tipe 2	64	50
<i>Glomus</i> tipe 3	100	86
<i>Glomus</i> tipe 4	14	21
<i>Glomus</i> tipe 5	36	36
<i>Glomus</i> tipe 6	71	36
<i>Glomus</i> tipe 7	29	7
<i>Acaulospora</i> sp	100	100

Tabel 5. Dominansi spesies fungi mikoriza arbuskular pada kebun kelapa sawit milik rakyat (tanah mineral)

Spesies FMA	Dominansi (%)	
	Di dalam Bokoran	Di luar bokoran
<i>Glomus</i> tipe 1	20	50
<i>Glomus</i> tipe 2	80	30
<i>Glomus</i> tipe 3	90	80
<i>Glomus</i> tipe 4	10	30
<i>Glomus</i> tipe 5	20	10
<i>Glomus</i> tipe 6	40	30
<i>Glomus</i> tipe 7	20	10
<i>Acaulospora</i> sp	100	100



Tabel 6. Dominansi spesies fungi mikoriza arbuskular pada kebun kelapa sawit milik swasta (tanah gambut)

Spesies FMA	Dominansi (%)	
	Di dalam Bokoran	Di luar bokoran
<i>Glomus</i> tipe 8	50	40
<i>Glomus</i> tipe 9	80	80
<i>Glomus</i> tipe 10	60	30
<i>Glomus</i> tipe 11	60	90
<i>Entrophospora sp</i>	70	30

### KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian ini, dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut: (1) populasi fungi mikoriza arbuskular (fma) di kebun kelapa sawit milik rakyat (tanah mineral) paling tinggi diikuti oleh kebun besar milik swasta (tanah gambut), dan kebun besar milik negara (tanah mineral), (2) populasi fma di dalam bokoran kelapa sawit lebih tinggi dibandingkan dengan di luar bokoran baik pada kebun di tanah mineral maupun kebun di tanah gambut, tetapi jenis mikoriza yang ditemukan tidak berbeda (di dalam maupun di luar bokoran) , (3) pada tanah mineral (baik di kebun milik negara maupun kebun milik rakyat) ditemukan 7 jenis fma dari genus *Glomus* (*Glomus* tipe 1—7) dan 1 jenis *Acaulospora* sedangkan pada tanah gambut ditemukan 4 jenis fma dari genus *Glomus* (*Glomus* tipe 8—11) dan 1 jenis *Entrophospora*.

### SANWACANA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ditjen Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui program Hibah Fundamental.

### DAFTAR PUSTAKA

Atmaja, I.W.D. 2001. *Bioteknologi Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Bali.

- Barea, J.M. and C. Azcon-Aguilar. 1983. Mycorrhizas and their Significance in Nodulating Nitrogen Fixing Systems Plant. *Adv. Agron.* 30: 1-54.
- Brundrett, M.C. 1996. *Introduction to Mycorrhizas*. <http://w.w.w.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/intro.html>. Diakses tanggal 23 Agustus 2008
- Clark, R.B. 1977. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant and Soil*, 192: 15—22.
- Del Val, C., J.M. Barea, and C. Azcon-Aguilar. 1999. Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungus Populations in Heavy-Metal-Contaminated Soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 69 (2): 718—723 . Diakses pada <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=91085>. Diakses tanggal 17 Juli 2007.
- Gupta, R and K. G. Mukerji. 2000. The growth of VAM fungi under stress conditions. In *Micorrhizal Biology*. K.G. Mukerji, B.P. Chamola, and Jagjit Singh (Eds.) pp 57—63, Kluwer Academic, New York.
- INVAM. 2008. Classification of Glomales. <http://www.invam>. Diakses pada 24 Oktober 2008.
- Oehl, F., E. Sieverding, K. Ineichen, P. Mader, T. Boller, and A. Wiemken. 2003. Impact of Land Use Intensity on the Species Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agroecosystems of Central Europe. *Appl. Environ. Microbiol.* 69 (5): 2816—2824. Diakses pada <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=154529> pada tanggal 17 Juli 2007.
- Opik, M., M. Moora, J. Liira, and M. Zobel. 2006. Composition of root-colonizing arbuscular mycorrhizal fungal communities in different ecosystems around the globe. *Journal of Ecology*, 94: 778—790.
- Sieverding, E. 1991. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agroecosystems*. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn.
- Smith, S.E. and D.J. Read. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3<sup>rd</sup> edition. Academic Press, New York.

# **DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN KIMIA PERTANIAN TERHADAP AKTIVITAS MIKROORGANISMA NON TARGET DI DALAM TANAH**

**Ferisman Tindaon**

*Staf Pengajar Program Studi Agroekoteknologi Fakultas  
Pertanian Universitas HKBP Nommensen Medan*

## **ABSTRACTS**

The use of agricultural chemicals in the field may potentially increase plant production and also raise a concern about their possible side effects on microbial non target processes in soil. To determine the possible side effects of three nitrification inhibitors (NIs, 3,4-dimethylpyrazolephosphate = DMPP, 4-Chlor-methylpyrazole phosphate = CIMPP and dicyandiamide, DCD) on non target microbial processes in soil, four standard methods and three different soils were used. Side effects and dose response curve of three NIs were quantified under laboratory conditions using a loamy clay, a sandy loam and a sandy soil. As parameters for general microbial activity (dehydrogenase activity = DHA, and dimethylsulfoxide reductase activity = DRA) were used. The nitrogenase activity (NA) and potential denitrification capacity, PDC were selected as a specific microbial process in soils. The quantitative determination of DHA was carried out spectrophotometrically, whereas DRA, PDC and NA were determined gaschromatographic methods. In all experiments, the influence of 5-1000 times the base concentration were examined. To evaluate the rate of inhibition with the increasing NI concentrations, dose response curves were presented and no observable effect level = NOEL, as well as effective dose ED<sub>10</sub> and ED<sub>50</sub> (10% and 50% inhibition) were calculated. The NOEL for microbial non target processes were about 30–70 times higher than base concentration in all investigated soils. The PDC revealed to be the most sensitive parameter. Sensitivity to the three NIs in question decreased in the order of PDC>DRA>DHA>NA. CIMPP exhibited the strongest influence on the non target microbial processes in the three soils. The NOEL, ED<sub>10</sub> and ED<sub>50</sub> values higher in clay than in loamy or sandy soil. The NIs were generally most effective in sandy soils.

Key words: inhibitors, microbial non target processes.

## **PENDAHULUAN**

Peningkatan kebutuhan pangan mendorong upaya peningkatan produksi tanaman secara berkelanjutan. Akan tetapi pertanian yang berwawasan lingkungan tidak hanya bertumpu pada peningkatan produksi namun juga dimaksudkan untuk menghindari kerusakan lingkungan hidup. Secara ekologis pemakaian bahan kimia dalam bentuk pupuk atau bahan lain ke dalam tanah dapat berpengaruh

terhadap keragaman hayati mikroba yang ada di dalam tanah. Pemberian pupuk nitrogen (N) yang disertai dengan inhibitor nitrifikasi diharapkan akan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan N oleh tanaman dan meminimalkan pencucian nitrat di dalam tanah dan mengurangi pembentukan gas  $N_2O$  serta mengurangi kehilangan N dalam bentuk ammonia ke udara (Trenkel, 1997). Penggunaan bahan inhibitor nitrifikasi diharapkan akan mampu mengatur oksidasi mikrobiologis ammonium menjadi nitrat, mengurangi pencucian N, meningkatkan efisiensi penggunaan N dan mengurangi kehilangan N dalam bentuk gas. Dengan demikian penggunaan N secara ekologis akan lebih efisien (Smith *et al.*, 1997; Mosier, 1998). Penggunaan inhibitor nitrifikasi dalam pertanian akan dapat direkomendasikan dalam konsentrasi yang rendah yang mampu mengatur suplai nitrat oleh tanaman sehingga tidak terjadi kelebihan pasokan nitrat dalam tanah. Inhibitor tersebut bersifat spesifik yaitu hanya menghambat aktivitas nitrifikasi (oksidasi ammonia menjadi nitrit) dan bukan nitrifikasi (oksidasi nitrit menjadi nitrat) sehingga tidak terjadi akumulasi nitrit yang sangat tidak diinginkan. Inhibitor tersebut bersifat bakteristatis dan bukan bakteriosida yang mematikan mikroorganisma tertentu dalam tanah seperti bakteri nitrifikasi. Akhirnya bahan inhibitor nitrifikasi tersebut tidak berpengaruh negatif terhadap aktivitas mikroorganisma yang bukan sasaran (“non-target”) di dalam tanah (Trenkel, 1997).

Penelitian ini menguraikan kajian penggunaan substansi baru inhibitor nitrifikasi dari derivat Pyrazol seperti 3-4 dimethylpyrazolphosphat (DMPP) dan 4-Chlor-3-methylpyrazolphosphat (CIMPP) diperbandingkan dengan inhibitor Dicyandimid (DCD) yang telah lama dikenal dan digunakan dalam pertanian terhadap aktivitas mikroba heterotrop di dalam tanah.

Pengembangan pupuk mineral N dilengkapi dengan inhibitor nitrifikasi bertujuan untuk mengurangi pencucian nitrat dan denitrifikasi, mencegah kelebihan pasokan N bagi tanaman, meningkatkan efisiensi N, akan mencegah kelebihan pasokan N bagi tanaman, meningkatkan efisiensi N yang secara temporer mencegah akumulasi nitrat dalam tanah dan mengurangi emisi gas  $N_2O$  dari proses nitrifikasi-denitrifikasi serta menghemat biaya dan volume kerja dalam aktivitas pertanian (Weiske *et al.*, 2001a). Akan tetapi penggunaan bahan kimia

inhibitor ini diharapkan tidak berpengaruh terhadap fauna dan flora mikro di dalam tanah. Oleh karenanya inhibitor yang direkomendasikan harus secara ekologis dapat dipertanggungjawabkan, sangat efektif pada konsentrasi yang rendah, sulit tercuci dan relatif stabil akan tetapi secara biologis dapat terurai di dalam tanah. Bahan inhibitor ini seharusnya hanya menghambat oksidasi ammonium menjadi nitrat (Trenkel, 1997).

Saat ini telah dikenal sekitar lebih dari 300 jenis inhibitor yang terdiri dari senyawa N heterosiklik, derivat acetylen, dan beberapa senyawa belerang serta berbagai pestisida dan herbisida (Regina *et al.*, 1998; Mc Carty, 1999). Inhibitor DMPP dan CIMPP ini dikembangkan oleh Bayerische Acetylen Soda Fabrik (BASF) Ltd Company di Pusat Penelitian Pertanian Limburgerhof Jerman dan telah memasuki pasar sejak tahun 1999 dengan merek dagang "ENTEC" sebagai bahan stabilisator ammonium dan terdaftar di Lembaran Undang Undang Negara Jerman. Sebagai bahan stabilisator ammonium, DMPP ternyata mampu mengurangi akumulasi dan pencucian nitrat, emisi gas N<sub>2</sub>O (Azam *et al.*, 2001; Linzmeier *et al.*, 2001; Weiske *et al.*, 2001b) memperbaiki pasokan N bagi tanaman bahkan meningkatkan hasil berbagai jenis tanaman (Serna *et al.*, 2000; Haehndel and Zerulla, 2002; Pasda *et al.*, 2001; Zerulla *et al.*, 2001). Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan efektivitas dan keunggulan kedua bahan inhibitor ini namun secara ekologis perlu diteliti pengaruhnya terhadap aktivitas mikroorganisma non target dan efek residu bahan tersebut pada lingkungan.

Pengaruh pemberian bahan kimia terhadap lingkungan tanah dapat diteliti dengan mengamati perubahan populasi mikroorganisma tanah atau dengan mengukur aktivitas mikroba tersebut (Malkomes, 1985; Ottow, 1985 ; Anderson *et al.*, 1990). Pengukuran terhadap aktivitas mikroorganisma dapat diteliti dengan mengukur aktivitas mikroorganisma yang umum seperti dehydrogenase (aktivitas dehidrogenase, DHA) dan reduksi dimethylsulfoksida (aktivitas reduksi dimethylsulfoksida, DRA) dan aktifitas yang lebih spesifik seperti denitrifikasi (kapasitas potensi denitrifikasi, PDK) dan aktivitas nitrogenase (nitrogenase activity, NA). Berbagai metode standar telah dikenal untuk mengetahui efek samping (dampak) penggunaan bahan kimia terhadap lingkungan yang dapat diteliti baik di laboratorium maupun di lapang (Ottow, 1985; Malkomes, 1995a;

Malkomes, 1995b; Malkomes, 1997a; Malkomes, 1997b). Bertitik tolak dari penilaian risiko penggunaan berbagai bahan kimia pada lingkungan tanah dan air yang di rekomendasikan oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika (UESPA, 1984) maka “nilai ambang batas risiko” tersebut di laboratorium dan di lapangan dapat ditentukan (Schlosser, 1994).

## BAHAN DAN METODA

Pengaruh penggunaan bahan kimia berupa inhibitor nitrifikasi berupa DMPP, CIMPP dan DCD terhadap aktivitas mikroorganisma non target di dalam tanah dilakukan dengan menggunakan 4 (empat) metode standar pada 3 (tiga) jenis tanah yang berbeda sifat kimia dan fisiknya (Tabel 1).

Penelitian dilakukan di laboratorium Institut Mikrobiologi Terapan Fakultas Ilmu Ilmu Pertanian dan Manajemen Lingkungan Hidup Universitas Justus Leibig. Sebagai parameter aktivitas mikroorganisma secara umum yaitu aktivitas dehidrogenase (DHA) dan reduksi dimethylsulfoksida (DRA) sedangkan potensi kapasitas denitrifikasi (PDK) dianggap sebagai parameter yang spesifik. DHA dan DRA diukur menggunakan spektrofotometer sedangkan PDK diukur menggunakan gaschromatography. Sebagai acuan digunakan dosis dasar masing-masing untuk DMPP, CIMPP dan DCD masing-masing 0,36  $\mu\text{g}$ , 0,25  $\mu$  dan 10  $\mu\text{g g}^{-1}$  tanah kering setara dengan dosis rekomendasi pupuk N 90 kg per Ha. Pada

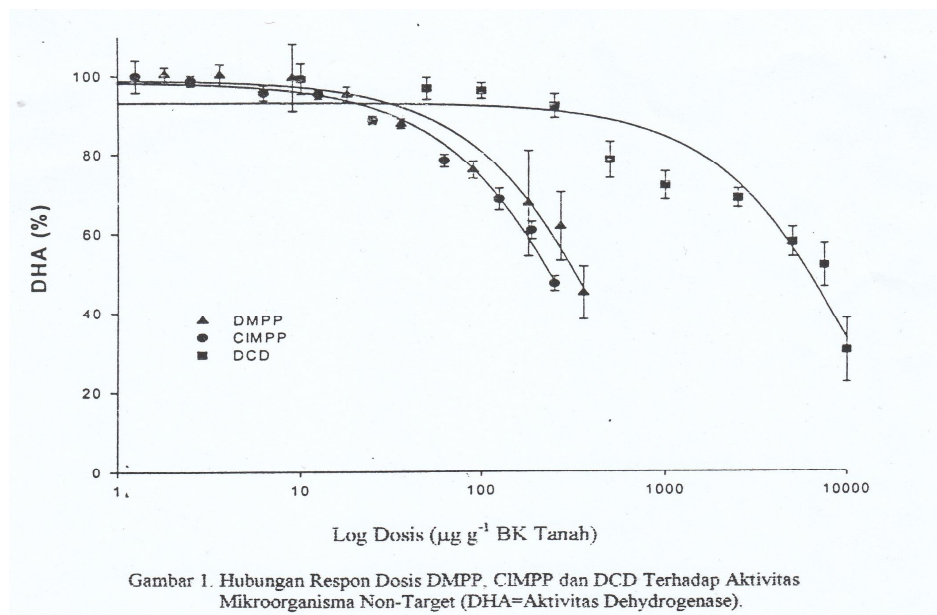
Tabel 1. Sifat Kimia dan Fisika Tanah Percobaan

Parameter	Jenis Tanah		
	Liat berlempung	lempung	Pasir berlempung
C <sub>-total</sub> (%)	1,35	1,30	0,70
C <sub>H<sub>2</sub>O</sub> (%)	0,40	0,55	0,27
N <sub>total</sub> (%)	0,15	0,15	0,08
C/N	10	9	9
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	6,30	7,00	7,00
pH <sub>KCl</sub>	6,00	5,50	6,40
Fraksi Tekstur (%)			
Liat	51	24	6
Lempung	41	46	19
pasir	8	30	75

penelitian ini diuji pada taraf kontrol, 5, 10, 25, 50, 100, 500 dan 1000 kali dosis rekomendasi. Penilaian efek samping (ekotoksikologis) bahan kimia ini disajikan dalam bentuk kurva respon sehingga dapat dievaluasi nilai “no observable effect level = NOEL”, ED<sub>10</sub> (dosis dimana 10% aktivitas mikroorganisma non target terhambat) dan ED<sub>50</sub> (dosis, dimana 50% aktivitas mikroorganisma non target terhambat). Dengan bantuan semilogaritmik serta program sigmaplot maka penilaian dampak ekotoksikologis dapat dihitung dan disajikan dalam bentuk Tabel 2.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Model matematis nilai NOEL, ED<sub>10</sub> dan ED<sub>50</sub> untuk bahan inhibitor DMPP, CIMPP dan DCD dari data pengukuran dapat dikaji dengan bantuan sigmaplot dan sigmastat sehingga metode pendekatan ambang batas risiko ekotoksikologis bahan tersebut dapat ditentukan (Tabel 2). Jika menggunakan persamaan regresi linier biasa maka penentuan nilai NOEL dari data pengukuran



sama sekali tidak dimungkinkan. Hubungan respons bahan inhibitor dengan parameter DHA dalam bentuk kurva semilogaritmik seperti disajikan Gambar 1.

Bentuk kurva yang hampir relatif sama dihasilkan dari hubungan matematik antara respon dosis ketiga inhibitor dan berbagai aktivitas mikroorganisma non target pada tanah liat, lempung dan tanah pasir.

Penggunaan ketiga inhibitor DMPP, CIMPP dan DCD tidak berpengaruh terhadap aktivitas nitrogenase pada ketiga jenis tanah percobaan sehingga tidak dapat ditentukan nilai NOEL, ED<sub>10</sub> dan ED<sub>50</sub> lebih lanjut. Hal ini dipandang positif sehingga tidak mengurangi aktifitas mikroorganisma pemfiksasi nitrogen baik simbiotik maupun non simbiotik yang bermanfaat bagi ketersediaan N tanaman. Oleh karenanya dalam kajian NOEL, ED<sub>10</sub> dan ED<sub>50</sub> untuk parameter aktivitas nitrogenase (NA) tidak lagi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian NOEL, ED<sub>10</sub> dan ED<sub>50</sub> untuk ketiga inhibitor dalam kaitannya dengan aktivitas mikroorganisma non target pada tiga jenis tanah liat, lempung dan pasir berdasarkan persamaan model matematik.

Parameter	Jenis tanah	Nilai Parameter Ekotoksikologis								
		DMPP			CIMPP			DCD		
		NOEL	ED <sub>10</sub>	ED <sub>50</sub>	NOEL	ED <sub>10</sub>	ED <sub>50</sub>	NOEL	ED <sub>10</sub>	ED <sub>50</sub>
DHA	Liat	91	133	371	32	66	255	844		1754
	Lempung	30	72	312	28	58	229	6940		
	Pasir	25	56	230	12	33	147	550		1126
	rerata	49	87	304	24	52	210	5558	167	809
								4450		
								520		1230
								5649		
DRA	Liat	47	101	365	27	55	215	395		1083
	Lempung	11	53	287	19	48	197	4965		
	Pasir	5	44	266	4	15	133	296		1102
	rerata	24	66	306	17	39	182	4533	112	402
								2597		
								268		862
								4032		
PDK	Liat	30	62	241	7	29	155	366		761
	Lempung	17	35	193	6	12	105	2438		
	Pasir	5	17	150	2	11	98	299	646	2049
	rerata	17	38	195	5	17	119	159	487	1724
								275	631	2070
Rerata	Liat	59	99	326	22	50	208	535	1199	4781
	Lempung	19	53	264	18	39	177	382	598	4047
	Pasir	12	39	215	6	20	126	146		566
	rerata	30	64	268	15	36	170	2924		
								354	908	3917

Nilai NOEL, ED<sub>10</sub> dan ED<sub>50</sub> secara umum tidak terlihat perbedaan toksisitas yang jelas untuk masing-masing inhibitor. Berdasarkan nilai rata-rata respons maka dapat disimpulkan bahwa CIMPP lebih berpotensi mempunyai efek samping terhadap aktivitas mikroba non target di dalam tanah. Hal ini diduga efek



unsur halogen seperti chlor yang sangat efektif berpengaruh terhadap aktivitas mikroba di dalam tanah (Mc Carty, 1999). Berdasarkan nilai NOEL, maka penggunaan inhibitor tersebut pada taraf 100 kali dosis rekomendasi secara umum tidak berdampak negatif terhadap lingkungan tanah. Ketiga inhibitor tersebut ternyata lebih efektif berpengaruh pada tanah pasiran dibandingkan tanah lempung atau tanah liat. Hal ini akibat adanya pengaruh kandungan fraksi liat tanah yang berperan dalam mekanisme jerapan terhadap bahan inhibitor pada permukaan liat (Barth *et al.*, 1999; Barth *et al.*, 2001). Tingkat kerentanan (sensitif) berbagai aktivitas mikroorganisma non target di dalam tanah dapat diurutkan bahwa denitrifikasi lebih sensitif dibandingkan dehydrogenase dan reduksi dimethylsulfoksida (PDK>DRA>DHA, Tabel 2). Nilai ambang batas risiko terhadap lingkungan yang diteliti berdasarkan perhitungan USEPA (1984) bahwa untuk percobaan laboratorium dihitung nilai rata-rata NOEL dibagi 10 dan percobaan lapangan nilai NOEL dibagi 100 (Tabel 2). Ternyata nilai ambang batas risiko lingkungan tersebut masih sangat jauh diatas 1-50 kali dosis rekomendasi pupuk N (bersama inhibitor). Artinya penggunaan bahan inhibitor ini dapat dinyatakan aman dan tidak bermasalah dari aspek lingkungan.

## KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat disajikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan kurva respons dosis untuk DHA, DRA dan PDK yang diteliti ternyata secara umum hanya berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisma non target untuk ketiga jenis tanah jika digunakan hingga pada taraf 50 kali dosis rekomendasi.
2. Denitrifikasi (PDK) bersifat lebih sensitif terhadap pemberian inhibitor ini dibandingkan aktivitas mikroorganisma non target lainnya
3. CIMPP berpengaruh lebih efektif terhadap parameter yang diteliti dibandingkan DMPP dan DCD
4. Ketiga inhibitor yang digunakan berpengaruh lebih efektif pada tanah pasir dibandingkan pada tanah lempung atau liat

5. Berdasarkan NOEL untuk masing masing parameter, maka nilai ambang batas risiko terhadap lingkungan tanah untuk ketiga inhibitor dapat dipertanggungjawabkan secara ekotoksikologis layak dan aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.P.E., D. Castle, H. Ehle, D. Eichler, H.T Laermann, G. Maas, und H.P Malkomes. 1990. Richtlinien fuer amtliche Pruefung von Pflanzenschuetzmitteln, Teil VI 1-1 (2 Aufl): Auswirkung auf die Aktivitaet der Bodenmikroflora. Biol Bundesanst, Land- und Forstwirtschaft. Braunschweig.
- Azam, F., G. Benckiser, C. Muller and J.C.G. Ottow. 2001. Release, movement and recovery of 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP), ammonium and nitrate from stabilized fertilizer granules in a silty clay soil under laboratory conditions. Biol. Fertil. Soils 34: 118-125
- Barth, G. , S. von Tucher, und U. Schmidhalter. 1999. Laesst sich die nitrifikationshemmende Wirkung von DMPP auf verschiedene Boeden prognostizieren ? VDLUFA Kongressband, 1999: 445-448
- Barth, G., S. von Tucher, und U. Schmidhalter. 2001. Influence of soil parameter on the effects of 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP) as nitrification inhibitor. Biol. Fertil, Soil. 34 : 98-102
- Haendel, G. and W. Zerulla. 2002. Wirkung auf Ertrag und Qualitaet von Gemuese bei ENTEC-Duengung. Gemuese : 36: 13-16
- Linzmeier, W., R. Guster, and U. Schmidhalter. 2001. Nitrous oxide emission from soil and from a nitrogen 15-labelled fertilizer with new nitrification inhibitor 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP). Biol. Fertil. Soils: 34: 103 - 108
- Malkomes, H.P. 1985. Einfluesse von Pflanzenschuetzmitteln auf Bodenmikroorganismen und ihre Leistungen. Ber. Landwirtschaft. Sonderh. 198 : 134 – 147
- Malkomes, H.P. 1995a. Chemische Bodenentseuchung unter oekotoxikoloischen Gesichtspunkten. I. Wirkung von Methylbromid auf die mikrobielle Aktivitaeten im Boden unter Freilandbedingungen. Z.Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 102 : 606 -617
- Malkomes, H.P. 1995b. Chemische Bodenentseuchung unter oekotoxikoloischen Gesichtspunkten. II. Folgewirkung einer Freilandwendung von Methylbromid auf die mikrobielle Aktivitaeten im Boden und deren Reaktion gegenueber Herbiziden. Z.Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 103 : 50-63
- Malkomes, H.P. 1997a. Messung der Effekte Pflanzenschutzmitteln auf die mikrobielle Aktivitaeten im Boden I. Einfluss von Stickstoff-Zusatz und Frestzung auf die Dehydrogenase Aktivitaet. Agribiol. Res. 50: 153-162
- Malkomes, H.P. 1997b. Messung der Effekte Pflanzenschutzmitteln auf die mikrobielle Aktivitaeten im Boden I. Einfluss von Glukose und mineralischen Stickstoff auf die Substrat-induzierte Kurzeatmung. Agribiol. Res. 50: 163-172

- Mc Carty, G.W. 1999. Modes of action nitrification inhibitors. *Biol Fertil, Soils*. 29: 1-9
- Mosier, A.R. 1998. Soil processes and global exchange. *Biol. Fertil. Soils*. 27: 221-229
- Ottow, J.C.G. 1985. Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf die Mikroflora von Böden. *Naturwiss. Ransch*. 38:181-189
- Pasda, G.K., G. Hanhdel and W. Zerulla. 2001. Effect of fertilizers with new nitrification inhibitor DMPP 3-4 dimethylpyrazole phosphate on yield and quality of agricultural and horticultural crops. *Biol. Fertil. Soils* 34:85-97
- Regina, K., J. Silvova, and P.J. Martikainen. 1998. Mechanism of N<sub>2</sub>O and NO production in the soil profile of drained and forested peatland, as studied with acetylene, nitrapyrin and dimethyl ether. *Biol. Fertil. Soils* 27: 205 - 210
- Sclosser, H.J. 1994. Risikoabschaetzung in der Oekotoxikologie. In: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Mitteilung I: Oekotoxikologie von Pflanzenschutzmittels Sachstandbericht S: 305-318
- Serna, M.D., J. Banuls, A. Quinones, E. Primo-Millo and F. Legaz. 2000. Evaluation of 3-4 dimethylpyrazole phosphate as nitrification inhibitor in a citrus-cultivated soils. *Biol. Fertil. Soils* 32:41-46
- Schmidt, K.A., I.P. Mc. Taggart and H. Tsurata. 1997. Emission of N<sub>2</sub>O and NO associated with nitrogen fertilization in intensive agriculture and potential for mitigation. *Soil Use mang*. 13 : 296-304
- Trenkel, M.E. 1997. Improving fertilizer use efficiency controlled released and stabilized fertilizers in agriculture. *Internat Fertilizer Industry Association Paris* : 151-155
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1984. Technical guidance manual for performing waste load allocaions. Book II: Stream and Rivers. Chapter 3: Toxic Substances : EPA 440/4-84-022. Office of Water Washington DC
- Weiske, A., G. Benckiser, T. Herbert and J.C.G. Ottow. 2001a. Influence of nitrification inhibitor 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emission and methane oxidation during 3 years repeated application in field experiments. *Biol. Fertil. Soils*: 34: 109-117
- Weiske, A., G. Benckiser, T. Herbert and J.C.G. Ottow. 2001b. Influence of nitrification inhibitor 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emission and methane oxidation during 3 years repeated application in field experiments. *Nutr. Cycl. Agroecosys*. 60: 57-64
- Zerulla, W., T. Barth, J. Dressel, K. Erhardt, K. Horchler von Loquehien, G. Pasda, M. Raedle and A.H. Weissmeier. 2001 . 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. An Introduction. *Biol. Fertil. Soils*: 34: 79-84

**PENILAIAN POHON LEGUM PELINDUNG KOPI  
BERDASARKAN KERAGAMAN GENETIK, PRODUKTIVITAS,  
DAN AKTIVITAS BINTIL AKAR**

Rusdi Evizal<sup>1</sup>, Tohari<sup>2</sup>, Irfan D. Prijambada<sup>2</sup>, Jaka Widada<sup>2</sup>, dan Donny Widiyanto<sup>2</sup>

1) Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jln Sumatri Brojonegoro No. 1  
Bandar Lampung; 2) Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada,  
Yogyakarta

**ABSTRACT**

Conservation coffee farming is practiced as shaded coffee systems which are important to soil conservation, biodiversity conservation, and ecosystem services such as nutrient cycling. Studies have been done on leguminous tree due to its ability to form nodules as symbiont of N-fixing bacteria. This study examined nodulation of four leguminous tree species commonly planted as shading tree in coffee farming at West Lampung. N fixing rate was analyzed using Acetylene Reducing Assay (ARA). The results showed that *Gliricidia sepium* had the highest genetic diversity and activity of nodule followed by *Erythrina sububrams* which had the highest nodule productivity. In contrast, *Leucaena leucocephala* had high nodule activity but low productivity while *Paraserianthes falcataria* had lower nodule productivity and activity.

Key words: legume, shade tree, genetic diversity, nodulation, ARA

**PENDAHULUAN**

Usahatani kopi konservasi secara praktis diterapkan sebagai usahatani kopi bernaungan yang berperan penting dalam konservasi tanah, konservasi keragaman hayati (Rappole *et al.*, 2003), penyimpan karbon (van Noordwijk *et al.*, 2002; Dossa *et al.*, 2008), penstabil iklim mikro (Bote, 2007) dan pelayanan lingkungan (Evizal *et al.*, 2009). Pohon legum pelindung kopi banyak diteliti karena kemampuannya membentuk bintil akar yang merupakan simbion bagi bakteri penambat nitrogen.

Terdapat berbagai metode untuk mengukur aktivitas penambatan nitrogen oleh tanaman legum namun tidak satupun merupakan metode yang terbaik (Herridge, 2008). Metode *Acetylene Reducing Assay* (ARA) dianggap paling cocok untuk pengukuran di lapangan (McNabb and Geist, 1979). Metode ini

digunakan berdasarkan prinsip bahwa enzim nitrogenase, yaitu enzim yang mereduksi  $N_2$  menjadi  $NH_4$  dapat juga mereduksi  $C_2H_2$  menjadi  $C_2H_4$ .

Penelitian tentang pohon pelindung pada perkebunan kopi telah banyak dilaporkan, terutama tentang pengelolaan pelindung (Beer *et al.*, 1998), produksi seresah dan siklus hara (Beer, 1988; Prawoto, 2008), serta siklus nitrogen (Bornemisza, 1982). Akan tetapi penilaian pohon pelindung berdasarkan karakter bakteri bintil akar belum banyak dilaporkan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada periode 2008/2009 dengan melakukan survei di Desa Bodong, Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat dan analisis laboratorium di PAU Bioteknologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Kebun kopi rakyat dipilih yang memiliki pohon pelindung satu jenis yakni pohon pelindung gamal, dadap, lamtoro klon L2, dan sengan laut masing-masing dipilih 3 blok. Survei bintil akar dilakukan secara purposif menurut arah perakaran dengan menggali tanah selebar 1 x 1 m sedalam 20 cm. Semua bintil diambil, dibersihkan dari tanah, dicuci, ditiriskan, untuk diamati morfologinya, ditimbang berat segarnya, dan dioven untuk mendapatkan produksi berat kering bintil.

Sampel bintil akar dipilih secara acak mewakili masing-masing bentuk bintil. Sterilisasi bintil dilakukan dengan cara direndam dalam alkohol 95% dilanjutkan direndam dalam sublimat 0,1% masing-masing selama 3 menit. Bakteri dikulturkan dalam medium YMA Kongo red. Sampel koloni bakteri dipilih secara acak dan diamplifikasi dengan rep-PCR menggunakan primer BOX A1R dengan *buffer mixed* KOD. Denaturasi awal dilakukan pada 94°C selama 4 menit. Amplifikasi sebanyak 30 siklus dilakukan dengan denaturasi pada suhu 92°C selama 30 detik, penempelan primer pada suhu 50°C selama 1 menit dan polimerisasi pada suhu 64°C selama 8 menit. Polimerasi akhir menggunakan suhu 65°C selama 8 menit.

Laju penambatan nitrogen dianalisis dengan metode *Acetylene Reducing Assay* (ARA). Bintil akar dipilih secara acak untuk dimasukkan ke dalam tabung *syringe* steril. Injeksi gas asetilen dilakukan sebanyak 1 ml untuk setiap sampel. Setelah dilakukan inkubasi selama 3 jam, sampel gas diambil dan dimasukkan

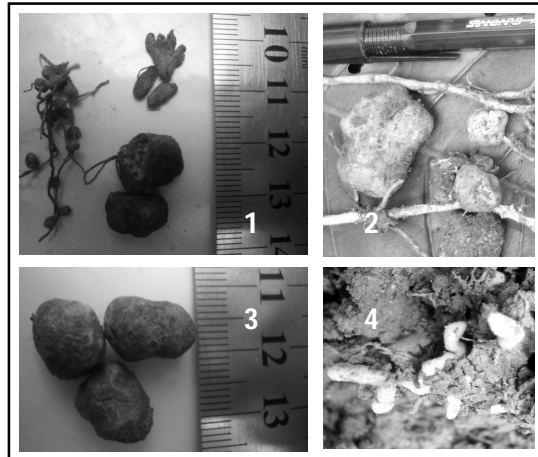
dalam tabung kosong siap untuk dianalisis kandungan etilennya di laboratorium menggunakan metode gas kromatografi. Kondisi suhu detektor 210°C, suhu awal 110°C, dan final 170°C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

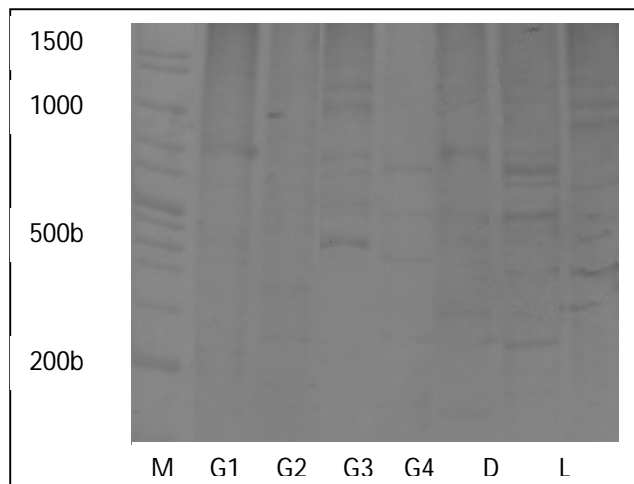
Bintil akar pohon gamal umumnya ditemukan dekat permukaan tanah. Bintil akar dadap dapat ditemukan dekat permukaan tanah sampai kedalaman 20 cm, sedangkan bintil akar lamtoro dan sengon umumnya ditemukan pada kedalaman 10-20 cm. Bintil akar pohon gamal dan dadap tumbuh baik pada akar halus maupun akar sedang (diameter 1-2 cm) sehingga dapat ditemukan bintil berukuran besar 1-3 cm. Sedangkan bintil akar lamtoro dan sengon ditemukan pada akar halus sehingga didapat bintil berukuran kecil.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa morfologi bintil bersifat khas sesuai dengan jenis pohon legum. Akan tetapi, pada akar pohon gamal ditemukan ada 4 bentuk bintil (Gambar 1). Bintil akar pada pohon pelindung yang lain hanya ditemukan satu bentuk yang khas. Diduga bentuk bintil tidak saja ditentukan oleh jenis legum tetapi juga oleh genus bakteri. Pohon gamal dilaporkan mampu membentuk bintil dengan banyak bakteri. Bala *et al.* (2003) melaporkan bahwa di Lampung, akar lamtoro hanya dinodulasi oleh genus *Rhizobium*. Sedangkan akar gamal dapat dinodulasi oleh *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, dan *Agrobacterium*. Pada penelitian ini ternyata di akar lamtoro ditemukan hanya satu bentuk khas bintil, sedangkan di akar gamal ditemukan 4 bentuk khas bintil.

Hasil amplifikasi sekuens repetitif DNA dari sampel acak koloni bakteri menunjukkan bahwa bintil akar yang berbeda bentuk tersebut memiliki ragam genetik yang berbeda (Gambar 2). Dengan demikian bintil akar pohon gamal memiliki keragaman genetik bakteri yang paling tinggi dibandingkan dengan ketiga pohon yang lain. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendeskriminasi keragaman genetik isolat-isolat dari bentuk bintil yang sama.



Gambar 1. Bentuk khas bintil akar pohon 1-2=gamal, 3=dadap, 4=lamtoro



Gambar 2. Visual dengan PAGE hasil amplifikasi ragam genetik DNA bintil akar (M=marker, G1-4 = bintil gamal 1-4, D = dadap, L=lamtoro, S=sengon laut)

Pada akar gamal, kekhasan nodulasi tidak saja terlihat pada bintil secara individual tetapi juga kemampuannya untuk membentuk semacam koloni bintil. Gambar 3 menunjukkan bagaimana kecenderungan nodulasi secara berkoloni. Pada penelitian ini koloni bintil yang intensif ditemukan pada kebun kopi bernaungan gamal yang sudah dewasa. Pada kebun kopi muda bernaungan gamal tidak pernah ditemukan bentuk koloni bintil akar.



Gambar 3. Bentuk khas koloni bintil akar gamal (1=bintil pipih menjari, 2=bintil bulat sedang, 3=bintil bulat lonjong)

Tabel 1 menyajikan secara deskriptif morfologi bintil akar yang ditemukan berdasarkan karakteristik yang menonjol. Bentuk dasar bintil akar yang ditemukan adalah bulat, lonjong, pipih, dan bulat tapi bopeng. Sering juga ditemukan bentuk seperti cabang, yang tampaknya merupakan awal dari bentuk koloni bintil. Warna luar bintil dapat bergradasi antara putih, kuning, dan hijau.

Tabel 1. Karakteristik morfologi bintil akar pohon pelindung

Pohon	Bentuk bintil	Warna luar	Letak akar	Ukuran maks (cm)
Gamal	1. Bulat	Kuning kehijauan	Halus-sedang	1,44
	2. Bulat bopeng	Kuning muda	Sedang	3,12
	3. Pipih menjari	Kuning kehijauan	Halus	0,64
	4. Lonjong bercabang	Kuning muda	Halus	0,68
Dadap	1. Bulat	Kuning keputihan	Halus-sedang	1,24
Lamtoro	1. Lonjong bercabang	Putih	Halus	0,61
Sengon laut	1. Bulat bopeng	Kuning muda	Halus	0,46

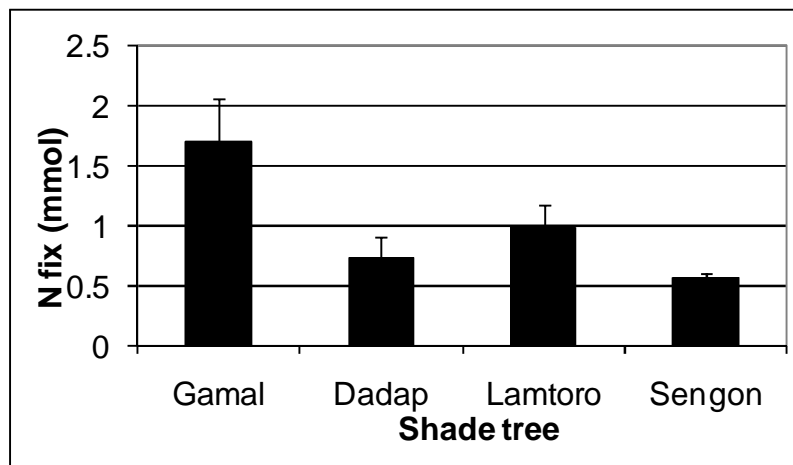
Produktivitas bintil akar pohon pelindung disajikan pada Tabel 2. Pohon dadap memiliki produktivitas bintil akar yang paling tinggi baik dari karakter jumlah bintil, bintil efektif, berat segar maupun berat kering bintil. Selain jumlah bintil yang ditemukan paling banyak, ukuran bintil akar dadap juga lebih besar sehingga berat segar dan berat keringnya juga besar. Selanjutnya urutan produktivitas bintil adalah pohon gamal, lamtoro, dan sengon laut. Nodulasi pada akar sengon laut ditemukan paling sedikit dengan ukuran bintil yang juga kecil sehingga produktivitas bintil paling rendah.



Tabel 2. Produktivitas bintil akar pohon legum

Jenis pohon	Jumlah bintil	Bintil efektif (%)	Berat segar (g/m <sup>2</sup> )	Berat kering (g/m <sup>2</sup> )
Gamal	87,33 ± 56,34	66,31 ± 18,18	23,33 ± 17,40	5,76 ± 3,64
Dadap	199,33 ± 59,21	76,73 ± 10,33	96,89 ± 13,47	18,68 ± 5,33
Lamtoro	67,66 ± 35,95	72,53 ± 4,99	1,99 ± 1,21	0,64 ± 0,12
Sengon laut	59,33 ± 19,79	61,53 ± 2,06	1,06 ± 0,21	0,39 ± 0,13

Penilaian terhadap potensi pohon sebagai pelindung sebagai penyumbang N dilanjutkan dengan mengukur aktivitas bintil menggunakan metode ARA dengan inkubasi langsung di lapangan. Gambar 4 menunjukkan adanya perbedaan laju fiksasi nitrogen oleh bintil akar pohon pelindung. Pohon gamal menunjukkan kemampuan fiksasi N yang paling tinggi diikuti oleh pohon lamtoro klon L2, sementara pohon dadap dan sengon laut menunjukkan laju fiksasi yang rendah. Hasil ini sesuai dengan laporan sebelumnya menggunakan metode N<sup>15</sup> bahwa gamal memiliki kemampuan lebih dari dua kali lipat daripada pohon dadap. Hasil fiksasi N pohon gamal sebesar 51% dari N biomassa (Rowe *et al.*, 2001) sedangkan pohon dadap hanya 21% (Snoeck *et al.*, 2000).



Gambar 4. Laju fiksasi N oleh bintil akar pohon pelindung

## KESIMPULAN

Pohon gamal (*Gliricidia sepium*) memiliki keragaman genetik dan aktivitas bintil yang paling tinggi diikuti oleh pohon dadap (*Erythrina sububrams*) yang menunjukkan produktivitas bintil akar yang paling tinggi. Sebaliknya pohon

lamtoro klon L2 (*Leucaena leucocephala*) menunjukkan aktivitas bintil yang tinggi namun produktifitas bintil yang rendah, sementara pohon sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) menunjukkan produktivitas dan aktivitas bintil akar yang rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bala, A., P. Murphy, and K.E. Giller. 2003. Distribution and diversity of rhizobia nodulating agroforestry legumes in soils from three continents in the tropics. *Molecular Ecology* 12: 917-930.
- Beer, J. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry Systems* 7: 103-114.
- Beer, J., R. Muschler, D. Kass, and E. Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- Bornemisza, E. 1982. Nitrogen cycling in coffee plantations. *Plant Soil* 67: 241-246.
- Bote, A.D. 2007. Physiological effect of shade on growth and production of organic coffee in Ethiopia. Thesis, Wageningen University.
- Dossa, E.L., E.C.M. Fernandez, W.S. Reid, and K. Ezui. 2008. Above- and belowground biomass, nutrient and carbon stocks contrasting an open-grown and a shaded coffee plantation. *Agroforestry Systems* 72: 103 – 115.
- Evizal, R., Tohari, I.D. Prijambada, J. Widada, dan D. Widiyanto. 2009. Layanan lingkungan pohon pelindung pada sumbangan N dan produktivitas agroekosistem kopi. *Pelita Perkebunan* 25: 23-37.
- Herridge, D.F., M.B. People, and R.M. Boddey. 2008. Global input of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant Soil* 311: 1-18.
- McNabb, D.H. and J.M. Geist. 1979. Acetylene reduction assay of simbiotic N<sub>2</sub> fixation under field conditions. *Ecology* 60: 1070-1072.
- Prawoto, A.A. 2008. Hasil kopi dan siklus hara mineral dari pola tanam kopi dengan beberapa spesies tanaman kayu industri. *Pelita Perkebunan* 24: 1-21.
- Rappole, J.H., D.I. King, and J.H.V. Rivera. 2003. Coffee and conservation. *Conservation Biology* 17: 334-336.
- Rowe, E.C., M. van Noordwijk, D. Suprayogo, K. Hairiah, K.E. Giller, and G. Cadisch. 2001. Root distributions partially explain <sup>15</sup>N uptake patters in *Gliricidia* and *Peltophorum* hedgerow intercropping systems. *Plant and Soil* 235: 167-179.
- Snoeck, D., F. Zapata, and A. Domenach. 2000. Isotopic evidence of the transfer of nitrogen fixed by legumes to coffee trees. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 4: 95-100.
- Van Noordwijk, M., S. Rahayu, K. Hairiah, Y.C. Wulan, A. Farida, and B. Verbist. 2002. Carbon stock assessment for a forest-to-coffee conversion landscape in Sumber-Jaya (Lampung, Indonesia): from allometric equations to land use change analysis. *Science in China* 45: 75-86.

**KERAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA INDIGENUS DI  
RHIZOSFIR TANAMAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) LAHAN  
KRITIS TANJUNG ALAI, SOLOK SUMATERA BARAT**

Muzakkir, Eti Farda Husin, Agustian, Auzar Syarif  
Agriculture Polytecnic and Agriculture Faculty Andalas University

**ABSTRACT**

Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) have the ability to associate with a wide variety of plants, so much used to solve the critical problem of soil fertility. This study was aimed to determine (a) the number and types of AMF on rhizosphere of *Jatropha curcas* plantation, (2) the percentage of infection and infection intensity of AMF indigenous associated with the plant diversity, and (3) the relationship between the number and types of AMF by soil chemical properties of critical land, Tanjung Alai Solok West Sumatra. The identification of AMF was done at the Microbiology Laboratory, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Andalas University. The diversity of AMF varied among locations; in agroforestry system we found 7-10 species of AMF with a total 83 individuals, while in monoculture system we found 6-8 AMF species with a total 63 individuals consisting of 17 species, *ie* *Glomus sp*<sub>1</sub>, *Glomus sp*<sub>2</sub>, *Glomus sp*<sub>3</sub>, *Glomus sp*<sub>4</sub>, *Glomus sp*<sub>5</sub>, *Glomus sp*<sub>6</sub>, *Glomus sp*<sub>7</sub>, *and* *Glomus sp*<sub>8</sub> *and* *Acaulospora sp*<sub>1</sub>, *Acaulospora sp*<sub>2</sub>, *Acaulospora sp*<sub>3</sub>, *Gigaspora sp*<sub>1</sub>, *Gigaspora sp*<sub>2</sub>, *Entrophospora sp*<sub>1</sub>, *Scutelospora sp*<sub>1</sub>, *Scutelospora sp*<sub>2</sub>, *Sclerocystis sp*. The diversity of AMF based on the value of the highest species richness in lowland agroforestry (2.59) and the lowest in the peak areas of monoculture (1.69). The diversity of AMF based on the value of the highest species abundance in local agroforestry valley (2:04), and the lowest found on the peak areas of monoculture (1:59). AMF diversity evenness value was higher in monoculture than in agroforestry. The evenness number of AMF in the sloppy areas was higher than that in the peak and valley areas; where the highest evenness values was in the monoculture of slopes with evenness value ( $E = 0.92$ ) and the lowest found on the peak areas of monoculture ( $E = 0.80$ ). In summary, the types AMF have positive correlation with pH, N, P, K, C-Organik but negatively correlated with Al-dd.

Keywords : *Biodiversity FMA, Jatropha curcas, Critical land*

**PENDAHULUAN**

Dalam ekosistem alami, mikoriza terutama Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan cendawan tanah yang dominan baik dalam jumlah maupun fungsinya. Hal ini sudah mulai disadari oleh peneliti dalam bidang mikrobiologi tanah dan bidang ekologi tumbuhan. Interaksi simbiosis mutualisme antara

tumbuhan dan Fungi Mikoriza Arbuskula ini merupakan bagian penting dalam ekosistem karena tumbuhan merupakan sumber utama penghasil karbon bagi mikroorganisme tanah termasuk mikoriza. Fungi Mikoriza Arbuskula merupakan cendawan simbiosis obligat sehingga seluruh kebutuhan unsur karbonnya sangat bergantung pada tumbuhan. Sebaliknya, FMA mempunyai kemampuan untuk menyerap nutrisi dari tanah dalam jumlah yang cukup besar dan mentransfernya kepada tumbuhan. Eratnya hubungan interaksi antara tumbuhan dengan FMA memungkinkan adanya peranan yang sangat besar dari tumbuhan dalam menentukan struktur keanekaragaman dan fungsi FMA dalam komunitas alami tersebut. Hal sebaliknya juga mungkin dapat terjadi yaitu keanekaragaman FMA merupakan faktor penentu dalam terpeliharanya keanekaragaman tumbuhan dalam komunitas alami (Johnson, 2005).

Keragaman fungi mikoriza dapat dilihat dari jumlah dan jenis spesies yang terdapat pada berbagai ekosistem. Sieverding (1991) menyatakan keanekaragaman cendawan mikoriza pada ekosistem alami cukup tinggi sekitar 16 -21 spesies, dan ekosistem pertanian intensif dengan masukan rendah 10 – 15 spesies, sedangkan ekosistem pertanian intensif dengan masukan tinggi 6 – 9 spesies. Data ini memberikan gambaran bahwa keanekaragaman spesies cendawan mikoriza menurun dari ekosistem alami ke ekosistem pertanian dengan masukan tinggi.

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) yang beragam ini mempunyai kemampuan berasosiasi luas dengan berbagai jenis tanaman, sehingga banyak dimanfaatkan untuk mengatasi masalah kesuburan tanah marjinal. Langkah yang perlu dilakukan agar FMA dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pada lahan kritis adalah menggali informasi tentang keberadaan FMA pada berbagai ekosistem atau di rizosfir berbagai jenis tanaman, terutama tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi seperti tanaman jarak pagar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) jumlah dan jenis FMA pada rizosfir jarak pagar, (2) hubungan antara jenis dan jumlah FMA dengan sifat kimia tanah lahan kritis Tanjung Alai Solok Sumatera Barat. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai informasi awal mengenai keberadaan FMA secara alami di rizosfir jarak pagar pada lahan kritis daerah puncak lereng dan lembah serta

bahan pertimbangan pengambilan kebijakan dan tindakan budidaya jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) pada lahan kritis Tanjung Alai Solok Sumatera Barat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Unand. Sampel tanah berasal dari rhizosfir tanaman jarak pagar pada lahan kritis Tanjung Alai Solok Sumatera Barat.

Keragaman mikoriza indigenus diamati pada rhizosfir tanaman jarak pagar yang tumbuh pada lahan kritis. Sampel tanah dan akar, diambil disekeliling tanaman jarak pagar pada jarak 20 – 50 cm dari pangkal batang dengan kedalaman 0 – 30 cm. Sampel tanah yang diambil dianalisis sifat kimianya diantaranya; pH tanah, C-organik, N total, P tersedia, K dan Al-dd

Teknik yang digunakan dalam mengekstraksi spora FMA adalah teknik tuang saring dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett *et al*, (1996). Pembuatan preparat spora menggunakan bahan pewarna Melzer,s dan pengawet PVLG. Karakteristik berbagai isolat mikoriza diidentifikasi berdasarkan (Schenck and Peres, 1990; Invam, 2003).

Data yang dikumpulkan berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dalam kegiatan ekstraksi dan identifikasi spora berupa morfologi Fungi Mikoriza Arbuskula.

Data kuantitatif diperoleh pada kegiatan ekstraksi spora dan kolonisasi akar, berupa: Frekuensi keberadaan FMA persentase infeksi, intensitas infeksi, nilai kekayaan jenis FMA, nilai kelimpahan jenis FMA, nilai kemeratan jenis FMA, serta sifat kimia tanah. Untuk mendapatkan data ini digunakan rumus sebagai berikut;

1. Frekuensi keberadaan tiap spora FMA yang ditemukan dihitung berdasarkan kehadiran spora FMA genus tertentu pada tiap sampel tanah (Koske,1987).

$$\text{Frekuensi keberadaan genus } A = \frac{\sum \text{sampel genus } A \text{ ditemukan}}{\sum \text{sampel keseluruhan}}$$

2. Nilai kekayaan jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993):

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N$$

dimana :  $D_{Mg}$  = Nilai kekayaan jenis;  $S$  = Jumlah jenis yang ditemukan;  $N$  = Jumlah individu keseluruhan dan  $\ln$  = Logaritma natural

3. Nilai kelimpahan Jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993) :

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

$$p_i = n_i / N$$

dimana :  $H'$  = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener,  $n_i$  = Jumlah individu pada spesies ke- $i$ ,  $N$  = Jumlah individu keseluruhan,  $\ln$  = Logaritma natural

4. Nilai pemerataan jenis dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993) :

$$E = H' / \ln S$$

dimana :  $E$  = Indeks pemerataan jenis,  $H'$  = Indeks keragaman Shannon-Wiener,  $S$  = Jumlah jenis yang ditemukan

5. Analisis korelasi pearson antara jumlah dan jenis FMA dengan beberapa sifat kimia tanah, dihitung dengan rumus:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad S_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) - (Y_i - \bar{Y})}{n - 1}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \text{ dan } S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keragaman FMA

Fungi Mikoriza Arbuskula yang ditemukan di rhizosfir jarak pagar lahan kritis Tanjung Alai Solok Sumatera Barat cukup beragam . Pada daerah puncak dengan sistem monokultur ditemukan 6 jenis FMA dengan jumlah individu 19, daerah lereng terdapat 7 jenis dengan jumlah individu 22, daerah lembah 8 jenis dengan jumlah individu 27. Pada lahan agroforestri, di daerah puncak ditemukan 7 jenis dengan jumlah individu 23, daerah lereng terdapat 9 jenis dengan 28 individu, dan daerah lembah terdapat 10 jenis dengan jumlah individu 32 (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah dan jenis serta frekuensi keberadaan FMA pada lahan kritis

No	Jenis/Genus FMA	Jumlah spora FMA per 50 gram contoh tanah kering udara						Frekuensi keberadaan (%)
		Monokultur			Agroforestri			
		Pc (A)	Lr (B)	Lb (C)	Pc (D)	Lr (E)	Lb (F)	
1	<i>Glomus</i> sp1	-	7	7	8	6	5	83.33
2	<i>Glomus</i> sp2	8	-	6	-	8	9	66.67
3.	<i>Glomus</i> sp3	-	4	-	5	4	3	66.67
4	<i>Glomus</i> sp4	4	2	-	3	-	-	50,00
5	<i>Glomus</i> sp5	-	2	2	1	-	-	50.00
6	<i>Glomus</i> sp6	-	1	-	1	-	1	50.00
7	<i>Glomus</i> sp7	2	-	-	-	-	2	33.33
8	<i>Glomus</i> sp8	-	-	2	-	2	-	33.33
9	<i>Acaulospora</i> sp1	-	4	4	3	-	4	66.67
10	<i>Acaulospora</i> sp2	-	-	-	-	3	3	33.33
11	<i>Acaulospora</i> sp.3	2	-	-	-	2	-	33.33
12	<i>Entrophospora</i> sp	-	-	-	-	1	-	16.67
13	<i>Gigaspora</i> sp1	-	2	-	2	1	2	66.67
14	<i>Gigaspora</i> sp2	2	-	3	-	-	2	50.00
15	<i>Scutelospora</i> sp1	-	-	2	-	1	1	50.00
16	<i>Scutelospora</i> sp2	-	-	1	-	-	-	16.67
17	<i>Sclerocystis</i> sp	1	-	-	-	-	-	16.67
	Jumlah individu	19	22	27	23	28	32	<b>151</b>
	Jumlah jenis	6	7	8	7	9	10	

Keterangan: Pc = Puncak, Lr = Lereng, dan Lb = Lembah

Jumlah dan jenis FMA menurut topografi menunjukkan bahwa pada daerah lembah, jumlah FMA yang ada relatif lebih banyak dari pada daerah lereng dan puncak. Salah satu penyebabnya adalah pengaruh aliran permukaan yang secara bersamaan membawa lapisan topsoil yang didalamnya juga terdapat spora dari bagian puncak dan lereng menuju bagian lembah. Aliran permukaan yang terjadi ini akan menyebabkan perbedaan jumlah bahan organik, perbedaan jumlah unsur hara, serta perbedaan sifat tanah yang lain sehingga memengaruhi pertumbuhan tanaman jarak pagar yang akhirnya mempengaruhi jumlah dan jenis FMA .

Variasi jumlah dan jenis FMA yang ditemukan merupakan hasil hubungan antara jenis FMA, tanaman inang dan lingkungannya. Hal ini disebabkan FMA merupakan simbiosis obligat sehingga semua faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman inang juga akan mempengaruhi FMA sebagai simbiosisnya (Smith and Read, 1997) .FMA cenderung memilih tempat yang memiliki jumlah nutrisi yang sesuai dengannya, bahan organik dan ketersediaan unsur hara yang cukup dalam tanah. Kondisi ini terdapat bagian lembah sehingga jumlah dan jenis FMA cukup tinggi dibanding daerah lereng dan puncak.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa agroforestri memiliki nilai kekayaan jenis lebih tinggi dibanding daerah dengan monokultur, demikian juga pada daerah lembah nilai kekayaan jenisnya lebih tinggi dibanding daerah lereng dan puncak. Hal ini terkait dengan pertumbuhan jarak pagar yang baik, sehingga dapat menyumbang makanan yang diperlukan FMA, juga kondisi lingkungan dimana pada agroforestri belum ada input produksi yang berlebihan yang diberikan, sedangkan pada daerah dengan sistem monokultur lebih rendah karena adanya input produksi yang diberikan seperti pupuk dan pestisida.



Lahan agroforestri menunjukkan kelimpahan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan monokultur, demikian juga pada daerah lembah kelimpahan jenis lebih tinggi dibanding daerah lereng dan puncak (Tabel 3).

Tabel 2 . Nilai kekayaan jenis FMA pada rhizosfir jarak pagar lahan kritis Solok Sumatera Barat

No	Jenis/Genus CMA	Jumlah spora FMA per 50 gram contoh tanah					
		Monokultur			Agroforestri		
		Pc (A)	Lr (B)	Lb (C)	Pc (D)	Lr (E)	Lb (F)
1	<i>Glomus</i> sp1	-	7	7	8	6	5
2	<i>Glomus</i> sp2	8	-	6	-	8	9
3.	<i>Glomus</i> sp3	-	4	-	5	4	3
4	<i>Glomus</i> sp4	4	2	-	3	-	-
5	<i>Glomus</i> sp5	-	2	2	1	-	-
6	<i>Glomus</i> sp6	-	1	-	1	-	1
7	<i>Glomus</i> sp7	2	-	-	-	-	2
8	<i>Glomus</i> sp8	-	-	2	-	2	-
9	<i>Acaulospora</i> sp1	-	4	4	3	-	4
10	<i>Acaulospora</i> sp2	-	-	-	-	3	3
11	<i>Acaulospora</i> sp.3	2	-	-	-	2	-
12	<i>Entrophospora</i> sp	-	-	-	-	1	-
13	<i>Gigaspora</i> sp1	-	2	-	2	1	2
14	<i>Gigaspora</i> sp2	2	-	3	-	-	2
15	<i>Scutelospora</i> sp1	-	-	2	-	1	1
16	<i>Scutelospora</i> sp2	-	-	1	-	-	-
17	<i>Sclerocystis</i> sp	1	-	-	-	-	-
	Total populasi	19	22	27	23	28	32
	Jumlah jenis	6	7	8	7	9	10
	Kekayaan jenis (Dmg)	1.69	1.94	2.12	1.91	2.40	2.59

Melimpahnya *Glomus sp* pada berbagai lokasi menunjukkan bahwa mikoriza tersebut sebarannya lebih luas dan daya adaptasinya lebih tinggi dibanding jenis mikoriza yang lain. Menurut Clark (1997) kemampuan suatu spesies FMA berada disuatu lingkungan sangat dipengaruhi oleh adaptasi spesies tersebut terhadap lingkungan setempat

Tabel 3. Nilai kelimpahan jenis FMA pada rhizosfir jarak pagar lahan kritis Solok Sumatera Barat

No	Jenis/Genus FMA	Kelimpahan Jenis ( $H^+$ ) Spora FMA					
		Monokultur			Agroforestri		
		Pc (A)	Lr (B)	Lb (C)	Pc (D)	Lr (E)	Lb (F)
1	<i>Glomus</i> sp1	-	0.37	0.35	0.37	0.32	0.29
2	<i>Glomus</i> sp2	0.36	-	0.33	-	0.36	0.36
3.	<i>Glomus</i> sp3	-	0.31	-	0.34	0.27	0.21
4	<i>Glomus</i> sp4	0.33	0.22	-	0.26	-	-
5	<i>Glomus</i> sp5	-	0.22	0.18	0.13	-	-
6	<i>Glomus</i> sp6	-	0.15	-	0.13	-	0.10
7	<i>Glomus</i> sp7	0.25	-	-	-	-	0.17
8	<i>Glomus</i> sp8	-	-	0.18	-	0.18	-
9	<i>Acaulospora</i> sp1	-	0.31	0.29	0.26	-	0.26
10	<i>Acaulospora</i> sp2	-	-	-	-	0.25	0.21
11	<i>Acaulospora</i> sp.3	0.25	-	-	-	0.18	-
12	<i>Entrophospora</i> sp	-	-	-	-	0.13	-
13	<i>Gigaspora</i> sp1	-	0.22	-	0.22	0.13	0.17
14	<i>Gigaspora</i> sp2	0.25	-	0.24	-	-	0.17
15	<i>Scutelospora</i> sp1	-	-	0.18	-	0.13	0.10
16	<i>Scutelospora</i> sp2	-	-	0.13	-	-	-
17	<i>Sclerocystis</i> sp	0.15	-	-	-	-	-
	Total nilai kelimpahan jenis (H)	1.59	1.80	1.88	1.71	1.95	2.04

Keterangan: Pc = Puncak, Lr = Lereng, dan Lb = Lembah

Secara umum kemampuan berbagai jenis mikoriza untuk beradaptasi dengan kondisi lokal cukup tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor lokasi sangat berpengaruh terhadap kelimpahan mikoriza..

Kelimpahan jenis yang mengarah pada kesamaan jenis, merupakan indeks tunggal yang mengkombinasikan antara kekayaan jenis dan pemerataan jenis. Indeks kelimpahan jenis yang dipergunakan dalam penilaian keanekaragaman FMA ini adalah indeks kelimpahan jenis dari Shannon Wiener (Odum, 1993).

Kemerataan jenis cendawan mikoriza arbuskula (FMA) pada lahan monokultur lebih tinggi dibanding lahan agroforestri. Kemerataan jenis mikoriza pada daerah lereng lebih tinggi dibanding daerah puncak dan lembah, dimana nilai kemerataan tertinggi terdapat pada lahan monokultur daerah lereng dengan nilai kemerataan ( $E=0,92$ ) dan yang terendah terdapat pada lahan monokultur daerah puncak ( $E=0,80$ ).

Tabel 4. Nilai Kemerataan Jenis FMA

No	Jenis/Genus FMA	Kemerataan Jenis (E) Spora FMA					
		Monokultur			Agroforestri		
		Pc (A)	Lr (B)	Lb (C)	Pc (D)	Lr (E)	Lb (F)
1	<i>Glomus</i> sp1	-	0.19	0.17	0.19	0.15	0.13
2	<i>Glomus</i> sp2	0.20	-	0.16	-	0.16	0.16
3.	<i>Glomus</i> sp3	-	0.16	-	0.17	0.12	0.09
4	<i>Glomus</i> sp4	0.18	0.11	-	0.13	-	-
5	<i>Glomus</i> sp5	-	0.11	0.09	0.07	-	-
6	<i>Glomus</i> sp6	-	0.08	-	0.07	-	0.04
7	<i>Glomus</i> sp7	0.14	-	-	-	-	0.07
8	<i>Glomus</i> sp8	-	-	0.08	-	0.08	-
9	<i>Acaulospora</i> sp1	-	0.16	0.14	0.13	-	0.11
10	<i>Acaulospora</i> sp2	-	-	-	-	0.11	0.09
11	<i>Acaulospora</i> sp.3	0.14	-	-	-	0.08	-
12	<i>Entrophospora</i> sp	-	-	-	-	0.06	-
13	<i>Gigaspora</i> sp1	-	0.11	-	0.11	0.06	0.07
14	<i>Gigaspora</i> sp2	0.14	-	0.12	-	-	0.07
15	<i>Scutelospora</i> sp1	-	-	0.09	-	0.06	0.04
16	<i>Scutelospora</i> sp2	-	-	0.06	-	-	-
17	<i>Sclerocystis</i> sp	0.08	-	-	-	-	-
	Total nilai kemerataan jenis FMA	0.80	0.92	0.91	0.87	0.88	0.87

Keterangan: Pc = Puncak, Lr = Lereng, dan Lb = Lembah

Bila mengacu kepada nilai kemerataan Margurran (1988) termasuk kepada tingkat kemerataan jenis yang relatif merata pada lahan monokultur daerah B lereng (0,92)., sedang pada lahan agroforestri relatif kurang merata. Kurang meratanya FMA karena adanya gejala dominasi antar jenis dalam suatu lokasi atau suatu ekosistem.

Nilai keragaman jenis FMA dilahan kritis Tanjung Alai Solok secara keseluruhan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai keragaman FMA pada lahan kritis Tanjung alai Solok

No	Jenis FMA	Jumlah spora FMA per 50 gram contoh tanah kering udara					
		Monokultur			Agroforestri		
		Pc (A)	Lr (B)	Lb (C)	Pc (D)	Lr (E)	Lb (F)
1	Jumlah individu	19	22	27	23	28	32
2	Jumlah jenis	6	7	8	7	9	10
3	Nilai Kekayaan Jenis	1.69	1.94	2.12	1.91	2.40	2.59
4	Nilai Kelimpahan Jenis	1.59	1.80	1.88	1.71	1.95	2.04
5	Nilai Kemerataan Jenis	0.80	0.92	0.91	0.87	0.88	0.87

Keterangan: Pc = Puncak, Lr = Lereng, dan Lb = Lembah

Secara umum hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nilai keragaman FMA pada lahan monokultur jarak pagar dengan agroforestri (tanaman jarak pagar dengan tanaman hutan). Perbedaan ini disebabkan perbedaan pengelolaan lahan. Sieverding (1991) mengemukakan bahwa dengan semakin intensif pengelolaan tanaman maka semakin rendah ketergantungan tanaman terhadap FMA dan keadaan ini dalam waktu lama dapat menurunkan keragaman FMA.

Keragaman spesies tiap contoh yang dijumpai dalam penelitian ini berkisar antara 6-8 spesies pada monokultur dan 7-10 spesies pada agroforestri. Dibandingkan dengan jumlah spesies FMA yang telah dikenal, keragaman spesies dalam penelitian ini sangat rendah. Schussler *et al.* (2001) melaporkan spesies FMA yang telah dikenal sebanyak 150 spesies.

### **Hubungan Antara Jumlah dan Jenis FMA dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah**

Hasil uji korelasi antara jumlah dan jenis FMA dengan beberapa sifat kimia tanah diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Korelasi antara jumlah populasi (individu) dan jumlah jenis FMA dengan beberapa sifat kimia tanah

Sifat kimia tanah	Jumlah spora (Individu) FMA		Jumlah jenis FMA	
	Nilai korelasi ( r )	P-value	Nilai korelasi ( r )	P-value
pH	+ 0,754(**)	0,000	+ 0,697(**)	0,000
N	+ 0,572(*)	0,013	+ 0,436(*)	0,071
P	+ 0,760(**)	0,000	+ 0,791(**)	0,000
K	+ 0,784(**)	0,000	+ 0,803(**)	0,000
Al-dd	- 0,768(**)	0,000	- 0,833(**)	0,000
C-org	+ 0,650(**)	0,003	+ 0,619(**)	0,006

\* ) korelasi nyata pada taraf 0.05

\*\* ) korelasi sangat nyata pada taraf 0.01 .

Berdasarkan Tabel 6, menunjukkan bahwa sifat kimia tanah yang berkorelasi sangat nyata dan pola hubungannya positif dengan jumlah dan jenis FMA adalah pH, P, K, dan C-Organik. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat erat antara jumlah dan jenis FMA dengan pH, P, K, dan C organik, juga pola hubungannya searah sehingga jika pH, P, K, dan C-organik meningkat, maka jumlah dan jenis FMA akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena pH menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap tanaman termasuk unsur P dan K, dimana P berfungsi untuk pembelahan sel, membantu transfer energi dalam kegiatan metabolisme, sedangkan K merupakan unsur penyusun jaringan tanaman, membantu pembentukan dan perkembangan akar serta mengaktifkan enzim, sehingga pertumbuhan tanaman baik, akhirnya membantu perkembangan FMA. C organik dapat menjamin terjadinya mineralisasi yang hasilnya dapat menyediakan unsur hara bagi simbiosis FMA dengan tanaman. Joner and Jakobsen (1995) mengemukakan bahwa bahan organik dapat menginduksi pertumbuhan hifa FMA.

Sifat kimia tanah yang berkorelasi sangat nyata dan pola hubungannya negatif dengan jumlah dan jenis FMA adalah Al-dd. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat erat antara jumlah dan jenis FMA dengan Al-dd, dimana pola hubungannya tidak searah sehingga jika Al-dd meningkat, maka jumlah dan jenis FMA mengalami penurunan. Hal ini disebabkan Al dapat menfiksasi P pada akar tanaman dimana Al-P dalam

protoplasman dan inti sel pada sel korteks akan mengakibatkan hambatan translokasi P keseluruh bagian tanaman termasuk ke FMA. Proses ini menghambat pembelahan sel, dan proses metabolisme sehingga pertumbuhan tanaman terhambat, akibatnya FMA yang bersimbiosis dengannya akan terhambat perkembangannya. Unsur N berkerelasi dan pola hubunganny positif dengan jumlah spora. Hal ini karena N berperan membantu pertumbuhan vegetatif tanaman yang akhirnya berpengaruh terhadap perkembangan mikoriza. Furlan and Fortin (1977) menyatakan bahwa simbiosis FMA dan perkembangannya sangat tergantung pada nutrisi dari karbohidrat hasil fotosintesis tanaman inang, yang mempengaruhi pembentukan dan perkembangan serta fungsi FMA.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

1. Pada lahan agroforestri ditemukan FMA sebanyak 7- 10 jenis dengan jumlah individu 83 sedang lahan monokultur ditemukan 6-8 jenis dengan jumlah individu 63.
2. Keanekaragaman FMA berdasarkan nilai kekayaan jenis tertinggi adalah pada lahan agroforestri daerah lembah 2,59, dan terrendah pada daerah puncak monokultur (1.69).
3. Keanekaragaman FMA berdasarkan nilai kelimpahan jenis tertinggi pada lahan agroforestri daerah lembah (2.04), dan terrendah terdapat pada daerah puncak monokultur (1.59)
4. Nilai kemerataan tertinggi terdapat pada lahan monokultur daerah lereng dengan nilai kemerataan ( $E=0.92$ ) dan yang terrendah terdapat pada lahan monokultur daerah puncak( $E=0,80$ ).
5. Jumlah dan jenis FMA berkorelasi positif dengan pH, N, P, K, dan C-organik dan berkorelasi negatif dengan Al-dd.

## Saran

Dari berbagai jenis FMA yang diperoleh dalam penelitian ini perlu diteliti jenis mana yang berpotensi dijadikan isolat FMA spesifik jarak pagar

## DAFTAR PUSTAKA

- Brundret, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, and Malajezuk. 1994. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture ACIAR Monograph. ACIAR. Canberra.
- Clark, RB., 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant Soil*. 192, 15-22
- Furian, V dan J.A. Fortin. 1977. Effect of light intensity on the formation of Vesicular arbuscular endomycorrhiza on *Allium cepa* by *Gigaspora calospora*. *New Phytol*. 79:336-340.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta. Gajah Mada University Press. Hal 35-41.
- Setiadi, Y., I. Mansur, S.W. Budi, dan Achmad. 1992. Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Tanah Hutan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Schenck, N.C. and Yvone Peres. 1990. Manual for identification of mycorrhizal fungi. Published by Synergitec Publications. Gainesville USA. Third Edition, 286 hal.
- Setiawati, MR, A. Nurbaity, B.N. Fitriani, dan Y. Sumarni. 2004. Peranan cendawan mikoriza dalam peningkatan efisiensi pupuk P dan kualitas bibit kentang pada andisols asal Garut. *In: Prosiding Seminar Mikoriza 6 September 2003*. Bandung. 60- 70.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular – Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Eschborn.
- Smith, SE, and D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. London: Academic Press Hacourt & Company Publisher. 32-79
- Trouvelot, A., J.L. Kough, and V. Gianinazzi Pearson. 1986. Mesure du Taux de Mycorrhization VA d'un System Radiculaire Recherche de Methode d'estimation Ayant Une Signification Fonctionnelle, In *Prod, 1 st Europ. Symp. On Mycorrhizal*, Dijon France.

## DISKUSI

Pertanyaan (Arif Wibowo, UGM, Yogyakarta)

1. Apakah infeksi FMA pada akar diamati?
2. Mengapa tidak dengan ektomikorhiza

3. Keragaman tersebut mempengaruhi hasil tanaman jarak, dan seberapa besar?

Jawab:

1. Pengamatan infeksi tidak dilakukan karena fokus penelitian adalah untuk seleksi (screening) spesies FMA yang kemudian digunakan untuk pengujian kompatibilitasnya dengan bibit jarak
2. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan tidak ada ektomikorhiza yang menginfeksi
3. Hasil tanaman jarak tidak kita amati karena kita melakukan survey dan tidak dalam waktu lama



PERANAN PARIT DALAM KONSERVASI BAHAN ORGANIK DAN  
MIKROORGANISME TANAH PADA SAWAH SISTEM SRI (*THE SYSTEM  
OF RICE INTENSIFICATION*)

*Aprisal*

Dosen Konservasi Tanah dan Air Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas  
Andalas, Padang, Sumatera barat.

ABSTRACT

The purpose of this study were: (1) to study effect of the furrow to soil moisture and soil organic mater on SRI system, (2) to study effect of soil moisture on microorganisme. The treatments were arranged in the field with bloc random design. The treatments without furrow (R<sub>0</sub>), once furrow (R<sub>1</sub>), two furrow (R<sub>2</sub>) and three furrow (R<sub>3</sub>). The study was carried out in Bandar Buat Padang. The experiment has been conducted since Juni up to September 2008. The result of this experiment showed that, moisture in the on the plots have furrow was affective than plot no furrow. The three furrows for one plot could maintain the soil moisture and than soil organic decomposition delayed but soil microorganisme were reduced. The plots has three furrows have been rice yield higher (15 kg/plot) than other.

*Key word: furrow, moisture, SRI,*

PENDAHULUAN

Budidaya padi tanpa genangan atau yang dikenal dengan sistem SRI (*The Sistem of Rice Intensification*), merupakan cara budidaya padi yang sudah banyak dicobakan kembali diberbagai daerah dan hasilnya dapat meningkatkan produksi gabah sampai 10 ton/ha. Penerapan sistem SRI ini pada saat penanaman benih padi sangat berbeda dengan cara konvensional yang selama ini diterapkan oleh petani. Sistem SRI untuk satu lobang tanam hanya memerlukan satu biji kecambah, sedangkan sistem konvensional memerlukan sekitar 6-10 batang benih perlobang tanam.

Dari aspek irigasi, cara konvensional lahan sawah yang siap tanam mempunyai ketebalan air (genangan) sekitar 1-10 cm. Sedangkan sistem SRI lahan siap tanam tidak perlu digenangi, akan tetapi lahan cukup dalam keadaan

lembab untuk pertumbuhan kecambah padi. Dibandingkan antara dua sistem pertanaman padi sawah ini, maka SRI dalam pemanfaatan air lebih hemat daripada dengan sistem konvensional. Akan tetapi merubah sistem budidaya padi dari sistem penggenangan ke sistem drainase lembab akan menimbulkan permasalahan baru pula yaitu bagaimana pengelolaan air lebih pada SRI agar supaya air tersebut tidak terbuang menjadi aliran permukaan. Dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui pengaruh pengelolaan air aliran permukaan dengan model-model parit terhadap stabilitas kelembaban tanah.

Penelitian ini bertujuan: 1) mengkaji pengaruh gerakan air lateral dari dalam parit ke tanah yang ditanami dan kelembaban tanah yang sesuai dengan sistem SRI dalam kondisi macak-macam, 2) mengetahui pengaruhnya terhadap kandungan bahan organik tanah dan, 3) mengetahui populasi mikroorganisme tanah.

Manfaat Penelitian: 1) Panduan untuk mengatasi masalah air lebih pada usahatani padi sawah system SRI, 2) Mengetahui cara mempertahankan kelembaban tanah pada tanah sawah yang ditanami dengan system SRI.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian berbentuk percobaan dengan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 taraf perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah disain (parit) perangkap air limpasan dan satu kontrol. Disain parit terdiri dari; SR1 = petak mempunyai satu parit dengan posisi parit sebelah atas dan ukuran parit 50 cm x 30 cm dan 400 cm, SR2 = petak terdiri dari dua parit dengan posisi parit bagian atas dan ujung dengan ukuran 50 cm x 30 cm dan 400 cm, SR3 = terdiri dari tiga parit dengan posisi parit atas, tengah dan ujung petak percobaan 50 cm x 30 cm x 400 cm dan SR0 = petakan tanpa parit. Untuk lebih jelasnya seperti pada Gambar 1.

*Persiapan lahan.* Petakan-petakan sawah dengan ukuran 4 m x 5 m di batasi kemudian dibuat petak-petak percobaan, sesuai dengan perlakuan disain parit pada masing-masing perlakuan. Lahan sawah disiapkan seperti petani biasa

sehingga lahan dalam siap ditanami dengan bibit umur 12 hari, akan tetapi lahan didrainase sampai kondisi tanahnya macak-macak.

*Penanaman.* Benih padi yang sudah semai selama 12 hari dan setelah itu dicabut dengan hati-hati kemudian ditanam satu bibit per lobang tanam yang sudah diberi tanda, dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm.

*Pemeliharaan.* Meliputi pemupukan yakni urea 200 kg/ha, dan diberikan tiga kali yaitu pemupukan pertama pada saat tanam dengan dosis 100 kg/ha. Pada saat tanam ini juga SP36 dan KCl juga diberikan dengan dosis 100 kg/ha. Pemupukan kedua urea diberikan pada umur tanaman 21 dan 42 hari setelah tanam, masing-masing 50 kg kg/ha. Sedangkan untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan apabila ada tanda-tanda serangan hama dan penyakit. Pemberian air dilakukan seperti sistem SRI yakni kondisi lahan dijaga dalam keadaan macak-macak sampai masuk ke fase generatif. Kemudian pada fase generatif sampai padi berumur 25 hari sebelum panen. Ketika padi sudah kelihatan mulai masak, lahan mulai dikeringkan.

*Panen.* Pada saat tanaman padi telah menguning lebih dari 90 % pada satu rumpun tanaman dan daun sudah sempurna mengering. Pemanenan dilakukan dengan cara menyabit rumpun tanaman padi.

Parameter yang diamati selama penelitian ini adalah kadar air tanah, bahan organik dan total mikroorganisme tanah. Pengamatan tanaman adalah jumlah anakan, dan bobot gabah kering panen. Untuk melihat pengaruh perlakuan yang dicobakan parameter yang diamati dilakukan analisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5 % (Gomez and Gomez, 1995).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelembaban Tanah

Tanah sawah ini mempunyai tekstur liat berdebu, jadi agak lebih halus sehingga memiliki pori mikro yang lebih dominan. Pori mikro ini berkaitan dengan retensi air. Banyaknya air menempati ruang pori mikro ini, juga berhubungan dengan kadar air tanah. Kadar air tanah berdasarkan hasil kalibrasi tahanan dari gipsum blok yang ditanam dalam tanah adalah seperti pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan hubungan antara persentase kadar air tanah sawah dengan tahanan gipsum blok.

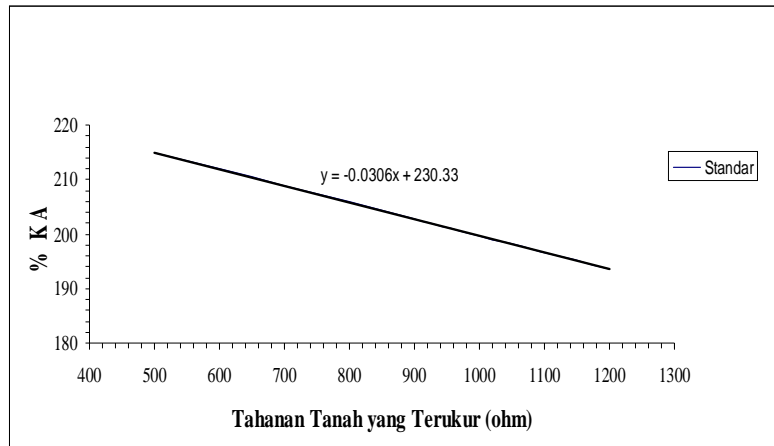
Pada Gambar 1, terlihat hubungan tahanan (ohm) dengan kadar air tanah. Hubungannya adalah berbanding terbalik, artinya semakin rendah tahanan (ohm) maka semakin tinggi persentase kadar air. Dari kalibrasi tahanan (ohm) ke persentase kadar air, maka didapat-kanlah hubungan kadar air tanah dengan masing-masing perlakuan tiap bulannya. Dimana kondisi kadar air tanah setiap bulan berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh curah hujan dan air yang dapat ditampung oleh parit.

Gambar 2 menunjukkan persentase kadar air tanah tertinggi terdapat pada perlakuan SR-3 (perlakuan 3 tiga parit) sedangkan yang terendah terdapat pada SR-0 (perlakuan tanpa parit). Pada perlakuan SR-3 persentase kadar air tanah berkisar 207-209 % berat dan pada perlakuan SR-0 berkisar 202-205 % berat.

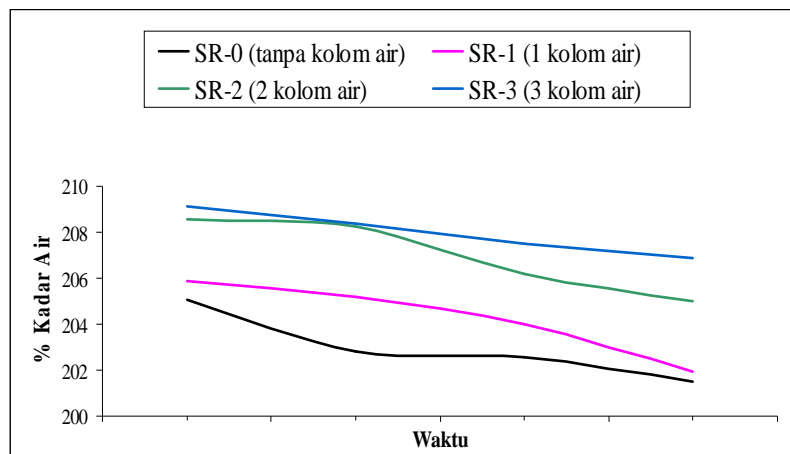
Perlakuan dengan tiga parit, memiliki persentase kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan dengan tiga parit dapat melembabkan tanah yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena air yang tertampung dalam parit bergerak secara mendatar melalui pori tanah dan pergerakan air ini menyebabkan daerah yang dilewati air akan lebih lembab.

Kelembaban tanah adalah salah satu sifat fisik tanah yang berhubungan erat dengan kandungan air dan udara tanah. Dalam pengolahan tanah sawah tujuannya adalah pelumpuran, maka dengan demikian sifat fisika tanah segera berubah menjadi lumpur dengan kadar air tanah yang tinggi. Air yang berada pada petakan sawah mengalami pergerakan. Air yang berada pada areal tanaman atau

sawah juga merembes ke bawah, ke samping dan air yang berlebihan akan dialirkan ke saluran pembuangan.



Gambar 1. Volume air aliran permukaan yang tertampung dalam parit (hari setelah tanam)



Gambar 2. Persentase kadar air masing-masing perlakuan

### Bahan Organik

Kandungan bahan organik tanah pada masing-masing petak perlakuan dapat dilihat Tabel 1. Perlakuan SR3 menunjukkan kandungan bahan organik tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan oleh perlakuan ini mempunyai kelembaban yang tinggi dibandingkan perlakuan lain sehingga laju penguraian bahan organik oleh mikroorganisme agak lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Artinya dengan mempertahankan kelembaban tanah dari air yang berada dalam parit maka

kehilangan bahan organik akibat laju pelapukan dapat dicegah, sehingga kekuatiran akan semakin porosnya lapis tanah di zona tapak bajak dapat dicegah. Hal ini juga sejalan dengan laju perkolasi yang diukur, dimana laju perkolasi pada perlakuan SR3 (mempunyai tiga parit) mempunyai laju perkolasi yang lebih lambat dari perlakuan lainnya

### Total Mikroorganisme Tanah

Analisis statistik menunjukkan bahwa pembuatan parit pada lahan sawah yang ditanami padi sistem SRI belum menunjukkan peningkatan total mikroorganisme yang belum nyata. Hal ini disebabkan oleh perubahan pola pengelolaan lahan yang belum lama sehingga pengaruhnya terhadap perubahan sifat tanah belum kelihatan nyata. Akan tetapi untuk jangka panjang perubahan terhadap penanaman padi dengan sistem SRI diduga akan berpengaruh nyata. Hal ini terlihat dari trend data pada Tabel 2, dimana pada lahan tanpa parit cenderung jumlah mikroorganisme lebih tinggi.

Tabel 1. Rerata kandungan bahan organik tanah

Perlakuan	Rerata C-Organik Tanah ( % )
SRO	2,77 a
SR1	2,76 a
SR2	3,18 b
SR3	3,06 b

Keterangan: SRO = Tidak ada parit; SR1 = Mempunyai 1 parit; SR2 = Mempunyai 2 parit; SR3 = Mempunyai 3 parit

Tabel 2. Total mikroorganisme tanah

Perlakuan	Rerata total Bakteri Tanah ( $10^6$ spk $g^{-1}$ )	Rerata Jamur Tanah ( $10^6$ spk $g^{-1}$ )
SRO	3,00	0,67
SR1	2,33	0,33
SR2	2,66	0,33
SR3	2,33	0,33

Keterangan: SRO = Tidak ada parit; SR1 = Mempunyai 1 parit; SR2 = Mempunyai 2 parit; SR3 = Mempunyai 3 parit

Rendahnya kandungan mikroorganisme pada perlakuan petakan lahan yang dibikin parit pengendali aliran permukaan adalah akibat tanah lebih lembab dan mencapai kondisi anaerobic sehingga menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme lambat. Mikroorganisme akan dominan pada tanah-tanah yang mempunyai aerasi baik (aerobic).

### Unsur N, Fe, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K dan KTK Tanah

Dari Tabel 3. terlihat bahwa kandungan nitrogen (N) pada tanah percobaan relatif tidak terjadi perubahan. Hal ini disebabkan oleh waktu perlakuan pada tanah ini masih dalam relatif pendek yakni dalam satu kali musim tanam, pada proses perubah dalam tanah tersebut memerlukan waktu yang panjang. Bila dibandingkan dengan kriteria kandungan nitrogen tanah maka kandungan N tanah masih dalam interval rendah sampai sedang.

Tabel 3. Rerata sifat kimia tanah sawah dengan perlakuan pembuatan parit Pengendali aliran permukaan

Perlakuan	Pengamatan				
	N total (%)	Fe (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K (me/100g)	KTK (me/100 g)
S <sub>Ro</sub>	0,25	1377	20,22	0,09	24,47
SR1	0,30	1323	52,17	0,18	26,00
SR2	0,27	797	42,39	0,09	26,13
SR3	0,20	846	49,13	0,80	27,02

Keterangan: S<sub>ro</sub> = Tidak ada parit; SR1 = Mempunyai 1 parit; SR2 = Mempunyai 2 parit; SR3 = Mempunyai 3 parit

Sedangkan kandungan Fe tanah terlihat bahwa tanah pada petakan yang berparit dua (SR2) dan tiga (SR3) cenderung kandungan Fe yang terukur lebih rendah daripada Fe tanah pada petakan yang tidak berparit (S<sub>Ro</sub>) atau satu parit SR1). Ini diduga akibat kelembaban yang tinggi di petakan SR2 dan SR3 menekan mobiltas dari Fe. Fosfor (P), kalium (K) dan KTK tanah yang dianalisis terlihat cenderung lebih tinggi pada tanah petakan SR1, SR2 dan SR3. Hal diduga akibat kelembaban tanah yang lebih tinggi pada petakan ini sehingga P, K dan KTK tanahnya lebih tinggi.

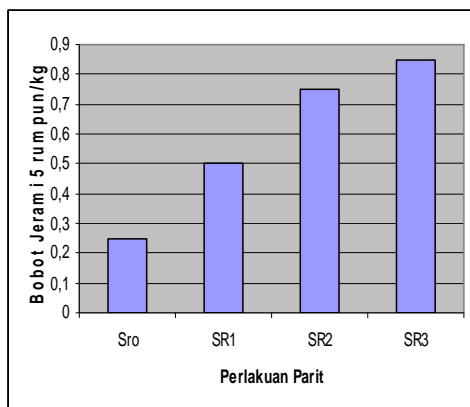
### ***Bobot Jerami***

Bobot jerami padi pada perlakuan SR2 dan SR3 cenderung lebih tinggi dari perlakuan lainnya (Gambar 3). Hal ini dikarenakan oleh kondisi tanah yang kelembabannya lebih stabil akibat daya tampung dari parit yang lebih banyak pada SR3 dan SR2. Stabilitas kelembaban akan lebih baik dalam jangka panjang terutama pada periode pertumbuhan tanaman memberi pengaruh pada bobot tanaman. Pada tanah kondisinya tidak baik akibat adanya rengkahan-rengkahan pada musim kering menyebabkan pertumbuhan stagnasi, sehingga bobot biomasa tanaman juga rendah.

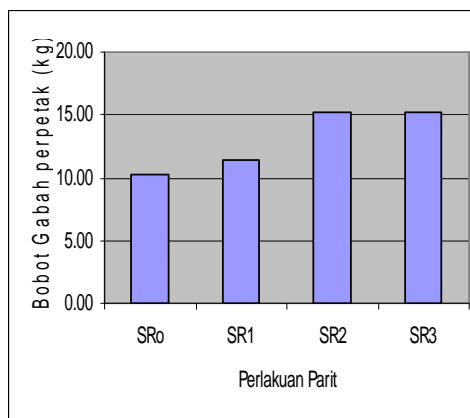
### ***Bobot Gabah Panen per petak (Kg)***

Bobot gabah setelah panen ditimbang perpetak percobaan, maka terlihat bahwa petak percobaan yang mempunyai parit lebih banyak SR2 dan SR3 bobot gabahnya lebih berat dari perlakuan lainnya (Gambar 8). Hasil gabah pada SR2 dan SR3 adalah sebesar 15 kg perpetak atau setara dengan 7,63 ton/ha. Sedangkan pada perlakuan Sro dan SR1 10,23 dan 11,38 kg per petak (5,11 dan 5,69 ton/ha). Perlakuan SR2 dan SR3 mempunyai dua dan tiga parit penampung aliran permukaan, sehingga jumlah air yang ditampung lebih besar dan mampu menjaga stabilitas kelembaban tanah bagi media tumbuh tanaman. Menurut Uphoff *et al.* (2002) SRI dapat meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas yang lama melalui kombinasi praktek pengelolaan tanaman, air dan hara yang memberikan sumbangan pada ukuran, dinamika dan keragaman komunitas mikroorganisme tanah.





Gambar 3. Grafik bobot jerami padi habis panen, setelah gabah dirontokan



Gambar 4. Grafik berat gabah habis panen.

Keterangan: *Sro* = Tidak ada parit; *SR1* = Mempunyai 1 parit; *SR2* = Mempunyai 2 parit; *SR3* = Mempunyai 3 parit

## KESIMPULAN

1. Jumlah tiga parit pada petakan dapat mempertahankan kelembaban tanah yang lebih tinggi dari jumlah parit dua atau satu parit saja.
2. Pembuatan parit pengendali aliran permukaan pada lahan tanaman padi dapat menahan laju kehilangan bahan organik tanah.
3. Pembuatan parit pengendali aliran permukaan menekan aktivitas mikroorganisme tanah.
4. Pembuatan parit pengendali aliran permukaan juga menekan mobilitas besi (Fe) dan meningkatkan ketersediaan P, K dan menaik KTK tanah.
5. Petakan sawah yang mempunyai tiga buah parit mampu berproduksi 15 kg/petak dan lebih tinggi dari perlakuan satu parit dan tanpa parit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gomez, K.A. And A.A. Gomez. 1995. Prosedur statistik untuk penelitian pertanian. Terjemahan oleh Endang Syamsudin dan J.S. Baharsyah. UI Press. Jakarta.
- Uphof, N. 2000. The Sistem of Rice Intensification (SRI) and relevan for food security and natural resource management in Southeast Asia at Chiang Mai Thailand.

## SOIL MICROBIOTA AFTER RECLAMATION OF COAL MINE SPOILS IN TROPIC REGION

Dyah Tj. Suryaningtyas<sup>\*1</sup>, Rahayu Widyastuti<sup>\*1</sup>, and Ratih A. Anissa<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Soil Science and Land Resource, faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University; [DyahSuryaningtyas@yahoo.com](mailto:DyahSuryaningtyas@yahoo.com); [oety76@yahoo.com](mailto:oety76@yahoo.com)

<sup>\*2</sup>Alumnus of Department of Soil Science and Land Resource, faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University

### ABSTRACT

Reclaimed coal open-cast mine areas in the PT Kaltim Prima Coal, East Kalimantan are covered by a mixture of sandstone and claystone containing organic material that originates from the upper quarterly soil which has been taken from the front of the mining path. Consequently, the soil micro biota that has established itself on the reclaimed open-cast mine areas may result from the primary succession and also from species that are carried to the dumping mines and are able to survive the dumping process. Several soil biology characteristics of 0 to 13 year-old reclaimed areas and on an unmined site were compared. Populations of total microbe were highest on recently reclaimed site than on the older reclaimed sites. Population of total fungi was highest on the forest, an unmined site. Soil micro biota can serve as an index of soil development in a disturbed tropical soil.

**Key words:** Mine spoil reclamation, total microbe, total fungi

### PENDAHULUAN

Proses penambangan batubara, khususnya yang dilakukan dengan metoda penambangan terbuka, akan memberikan dampak secara langsung terhadap kerusakan lahan termasuk menurunnya jumlah, keragaman dan kualitas biota tanah yang berada dalam ekosistem lahan tersebut. Dampak tersebut terjadi karena penambangan terbuka mengakibatkan berbagai perubahan yang signifikan di sekitar lokasi tambang, seperti hilangnya vegetasi penutup, kerusakan tubuh tanah, serta perubahan topografi dan pola hidrologi.

Proses penambangan juga menghasilkan timbunan-timbunan *overburden* yang volumenya sangat besar. Timbunan-timbunan *overburden* ini

bila mengandung mineral sulfida seperti pirit, yang tidak stabil dalam kondisi oksidatif, maka timbunan tersebut berpotensi menimbulkan asam yang dikenal dengan air asam tambang atau *acid mine drainage* (AMD). Pada kondisi lingkungan yang masam tersebut, logam-logam berat yang terkandung dalam *overburden* dan tailing (bila kegiatan penambangan menghasilkan tailing) akan lebih mudah larut dan terbawa aliran sehingga mencemari air permukaan dan air bawah permukaan. Dalam kondisi seperti itu tanaman juga tidak dapat tumbuh secara optimal (Pusdi Reklamasi, 2007). Produk-produk oksidasi pirit dalam bentuk  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$ , dan juga  $\text{Al}^{3+}$  yang berasal dari pelarutan mineral-mineral aluminosilikat, sangat mobil dan sangat mudah ditransportasikan melalui air tanah, air bawah permukaan dan sistem drainase sehingga menurunkan kualitas air secara keseluruhan. Oleh sebab itu dampak yang ditimbulkan oleh proses penambangan tidak hanya terjadi di lokasi tambang tapi juga di lingkungan sekitarnya, sehingga dampaknya menjadi lebih luas. Perubahan terhadap ekosistem di luar tempat penambangan antara lain juga berupa endapan bahan sedimen yang terbawa aliran air.

Untuk mengatasi berbagai dampak dari proses penambangan, maka salah satu tahapan penting dari suatu operasi penambangan adalah melakukan reklamasi pada lahan tambang. Namun pada kenyataannya, melakukan reklamasi pada lahan bekas tambang tidak semudah melakukan proses penambangannya sendiri. Berbagai kendala sering menghambat keberhasilan usaha reklamasi lahan bekas tambang, seperti kondisi iklim mikro yang belum sesuai, kekurangan air untuk penyiraman dan kesulitan mendapatkan bahan-bahan amelioran, khususnya bahan organik. Beragam penelitian untuk mengetahui keberhasilan reklamasi telah banyak dilakukan dengan fokus pada karakteristik kimia dan fisik tanah. Thomas *et al.* (2001) menguji sifat kimia tanah pada beberapa lokasi pertambangan di West Virginia dan menemukan bahwa pH tanah bekas tambang pada umur 2, 7 dan 11 tahun lebih tinggi dari pH tanah asal (4,6) kecuali pH tanah bekas tambang yang telah berumur 23 tahun, yaitu sebesar 4,7. Disamping itu Thomas *et al.* (2001) juga mendapatkan bahwa kandungan N dan P pada tanah bekas tambang lebih tinggi daripada tanah asal, yang diperkirakan berasal dari bahan karbolitik, yang tidak tersedia bagi tanaman

ataupun komunitas mikroba tanah. Akan tetapi perubahan sifat kimia tersebut tidak dapat menunjukkan apakah suatu reklamasi berhasil atau tidak. Hal ini yang mendorong dilakukannya penelitian mikroba tanah bekas tambang.

Mikrob tanah secara langsung ataupun tidak mempengaruhi dinamika unsur hara di dalam tanah, selain itu juga dapat mempengaruhi perkembangan komunitas tanaman dan keanekaragamannya. Pada saat yang bersamaan, mikrob tanah juga meningkatkan kualitas tanah (Blair *et al.*, 1996; Boyle, 1996; Moldenke *et al.*, 1996; Topp *et al.*, 2001). Selain itu mikrob tanah juga berhubungan juga dengan pertumbuhan tanaman. Dengan mempelajari suksesi primer pada tanah bekas tambang yang memiliki kondisi yang ekstrim, peranan penting mikroorganisma dapat terlihat. Pada tanah arid, dingin atau miskin hara, bakteri merupakan mikrob pertama bahkan terkadang satu-satunya koloni mikrob yang ada selama beberapa tahun awal suksesi. Mikrob tanah berpengaruh terhadap pelapukan, suplai unsur hara dan pembentukan agregat.

## METODOLOGI

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian lapang terletak di areal pertambangan batubara PT. Kaltim Prima Coal, Kabupaten Kutai Timur; Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) seluas  $\pm 90.960$  hektar dengan model penambangan tambang terbuka dengan sistem *back and fill*. Formasi geologi yang membentuk areal pertambangan memiliki beragam litologi. Selanjutnya, untuk analisa laboratorium sampel tanah dilakukan di Laboratorium Pengembangan Sumberdaya Fisik lahan dan Laboratorium Bioteknologi, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

### Metode Penelitian Lapang dan Laboratorium

Penentuan lokasi profil tanah dilakukan berdasarkan umur reklamasi (0, 5, 9, 13 tahun) dan kedalaman tanah berdasarkan lapisan tanah. Profil tanah dibuat

dengan ukuran 1 m x 1 m dan kedalaman 50 cm, setelah itu dilakukan pengeboran dan pengamatan profil tanah.

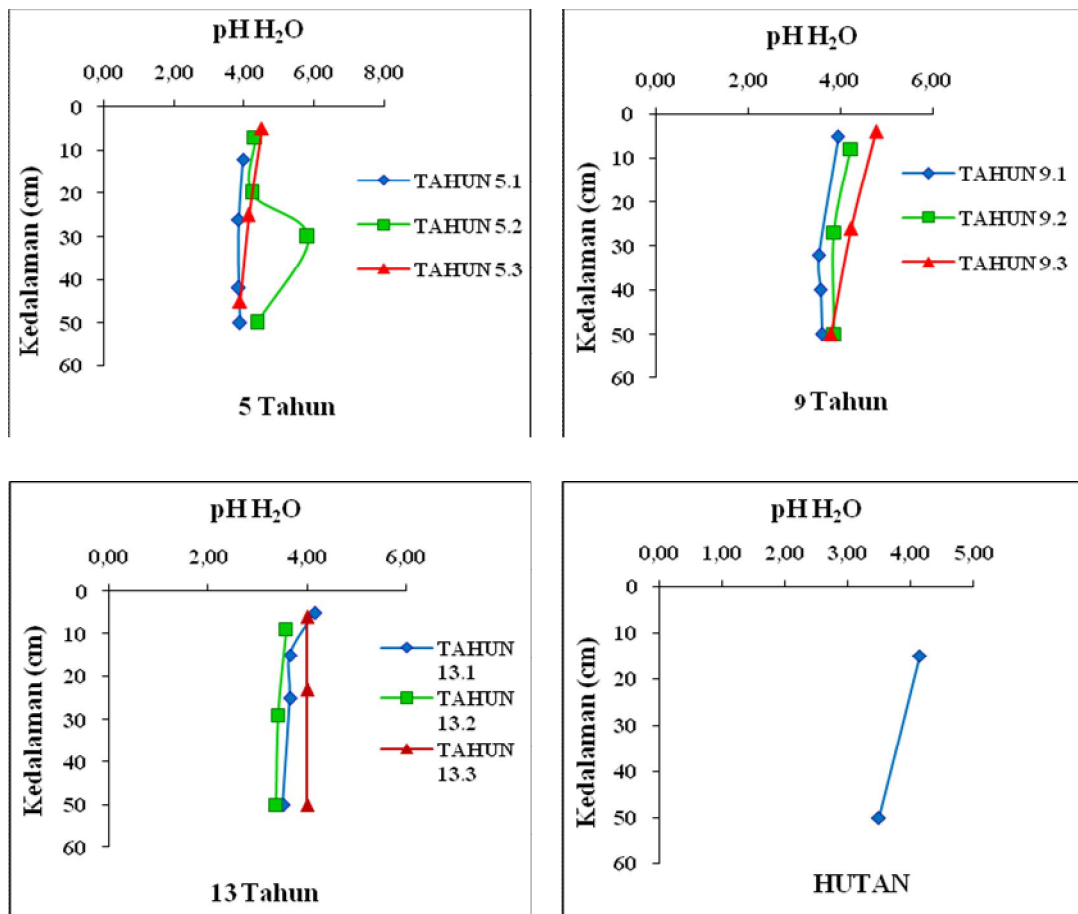
Pengambilan contoh tanah untuk analisis kimia diambil dari profil tanah dan contoh tanah untuk analisis biologi yang diambil pada kedalaman 0-20 dan 20-40 cm. Analisis kimia tanah yang dilakukan meliputi pH, C-organik (Walkley and Black), dan N-total (Kjeldahl). Analisis mikrob tanah dilakukan untuk mengetahui populasi total mikrob dan total fungi yang ditetapkan dengan metode cawan hitung (*plate count method*). Respirasi tanah dilakukan untuk mengetahui tingkat aktivitas mikrob tanah dengan menghitung jumlah CO<sub>2</sub> yang dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Karakteristik Kimia Tanah Bekas Tambang**

Tanah bekas tambang merupakan timbunan batuan sisa kegiatan pertambangan. Batuan yang semula berada di bawah lapisan tanah, dihancurkan, kemudian ditimbun setelah diambil lapisan yang mengandung batubara. Tanah bekas tambang batubara PT Kaltim Prima Coal, Kalimantan Timur merupakan campuran beragam batuan diantaranya batupasir, batuliat, batu carbonaceous, termasuk juga sisa batubara.

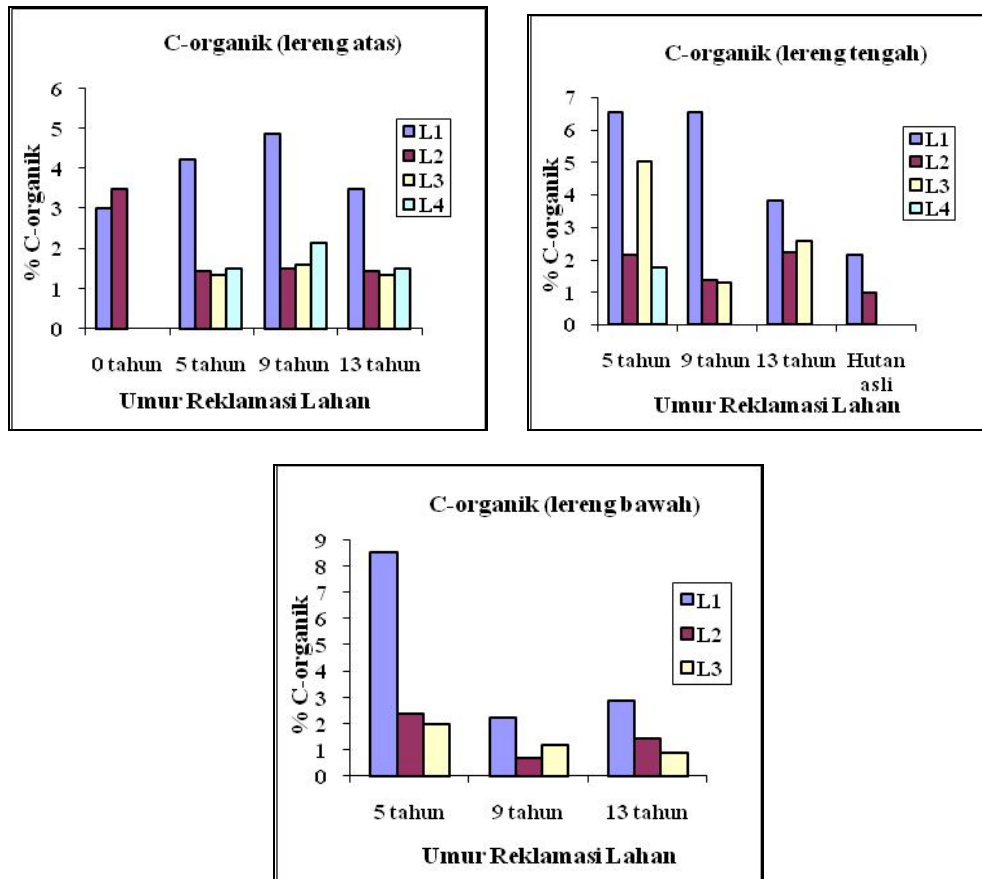
Berdasarkan hasil analisis pH, lahan reklamasi bekas tambang batubara di lokasi penelitian secara umum dikategorikan masam karena memiliki pH < 4 (Gambar 1). Rendahnya nilai pH ini karena tanah bekas tambang merupakan campuran batuan, jadi bukan tanah. Selain itu tidak menutup kemungkinan sebagian batuan mengandung belerang seperti mineral pirit. Pirit yang terekspos dengan oksigen dan air, dan dengan adanya bakteri pengoksidasi belerang dapat menghasilkan air yang memiliki pH rendah bahkan dapat mencapai nilai di bawah 3,5 (Suryaningtyas, 2006), juga tanah bekas tambang dengan pH antara 2.2 - 3.5 (Gitt and Dollhopf, 1991; Gould, *et al.* 1996). Perubahan pH ini dapat mempengaruhi komunitas mikrob tanah, menghambat pertumbuhan mikoriza alami atau bakteri. Dilain pihak, perubahan pH juga memungkinkan pertumbuhan mikrob tanah lain yang tidak ditemukan pada tanah yang tidak terganggu.



Gambar 1. Sebaran Nilai pH Pada Tanah Reklamasi Bekas Tambang Batubara pada Berbagai Umur Reklamasi dan Pada Tanah Hutan

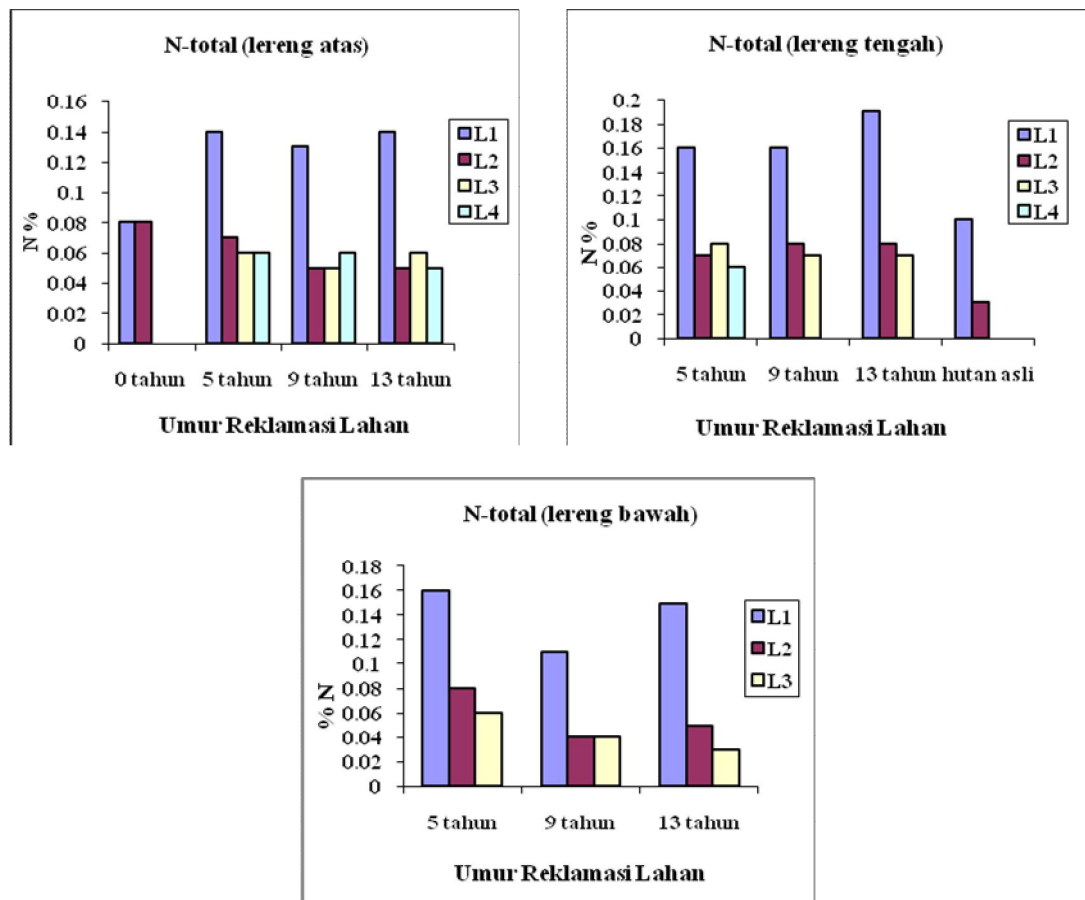
Selain pH, karakteristik kimia yang dibahas dalam makalah ini adalah karbon dan nitrogen. Kedua unsur ini merupakan unsur yang dibutuhkan mikroba tanah untuk pertumbuhannya. Hasil analisis karbon yang ditunjukkan dengan nilai C-organik, berkisar 3-5%. Menurut kriteria dari Pusat Penelitian Tanah (1983) nilai tersebut tergolong tinggi. Hal ini disebabkan karena pada saat penetapan C-organik di laboratorium semua karbon yang ada di dalam bahan tanah bekas tambang terukur. Bukan hanya karbon dari sisa tanaman tetapi juga karbon dalam batuan overbuden batubara. Tanah bekas tambang batubara memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dalam bentuk batubara akan tetapi tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh mikroba tanah.

Hasil analisis tersebut juga menunjukkan bahwa lapisan atas tanah bekas tambang memiliki nilai C-organik lebih tinggi daripada lapisan dibawahnya (Gambar 2). Hal ini karena pada lapisan atas banyak terdapat serasah-serasah tanaman pioner dan vegetasi penutup lahan, seperti: rumput signal.



Gambar 2. Kandungan C-organik Pada Tanah Reklamasi Bekas Tambang Batubara pada Berbagai Umur Reklamasi dan Pada Tanah Hutan

Kadar N-total dalam tanah dipengaruhi antara lain oleh kandungan bahan organik, iklim dan vegetasi. Nilai N-total yang diperoleh (berkisar antara 0.03-0.19 %) menurut kriteria Pusat Penelitian Tanah (1983) tergolong rendah. Nilai N-total tersebut menurun dengan kedelamaan pada semua tanah reklamasi maupun tanah hutan (Gambar 3).



Gambar 3. Kandungan N-total Pada Tanah Reklamasi Bekas Tambang Batubara Pada Berbagai Umur Reklamasi dan Pada Tanah Hutan

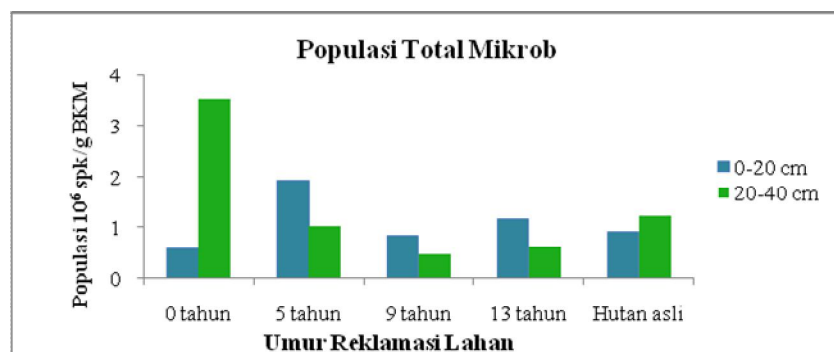
### Aktivitas Mikrob dan Fungi Tanah

Populasi mikrob tanah merupakan komponen penting dalam hubungannya dengan pertumbuhan akar tanaman. Aktivitas mikrob tanah akan menurun ketika lapisan-lapisan tanah terganggu termasuk oleh aktivitas penambangan. Mikrob tanah termasuk diantaranya beberapa spesies bakteri aktif dalam dekomposisi sisa tanaman dan juga spesies fungi yang bersimbiosa dengan tanaman mempercepat atau memudahkan penyerapan nitrogen dan fosfor. Mikrob tanah menghasilkan polisakarida yang memperbaiki agregasi tanah dan ini tentu saja berpengaruh positif bagi pertumbuhan tanaman (Visser *et al.* 1984; Malope *et al.* 1987; Williamson and Johnson, 1991). Lokasi yang memiliki komunitas mikrob



tanah yang aktif menunjukkan agregat tanah yang stabil, sebaliknya lokasi yang memiliki aktivitas mikrob tanah rendah memiliki tanah yang kompak, dan memiliki agregat yang buruk. (Edgerton *et al.* 1995). Mikrob dan fungi tanah merupakan dekomposer bahan organik dan mengubahnya menjadi bagian terkecil dan dimanfaatkan sebagai makanannya. Saat mencapai fase letal/mati mikrob dan fungi tanah mengeluarkan ekskresi berupa metabolit sekundernya yang sangat berguna bagi tanah. Populasi mikrob dan fungi tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air, banyaknya bahan makanan yang tersedia, suhu tanah, kedalaman lapisan tanah. Pada umumnya mikrob dan fungi tanah lebih menyukai pH berkisar netral (5.5-6.5) dan dapat tumbuh pada pH masam maupun alkalin tetapi tidak optimal. Pada lahan bekas tambang yang merupakan campuran batuan, mikro dan fungi tanah dapat berasal dari dumping area, atau spesies yang beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Populasi total mikrob dan fungi disajikan pada Gambar 4 dan 5. Secara umum lapisan atas (0-20 cm) memiliki populasi mikrob dan fungi lebih tinggi daripada lapisan bawahnya (20-40 cm).

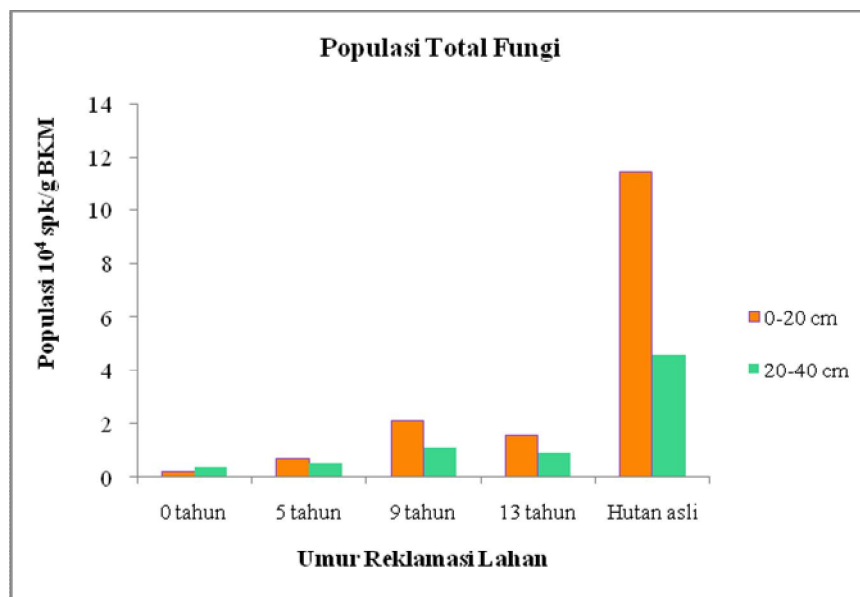
Populasi mikrob tertinggi terdapat pada lokasi yang belum direklamasi (umur reklamasi 0 tahun) dengan kedalaman lapisan tanah 20-40 cm. Diduga hal ini berhubungan dengan kondisi permukaan lahan yang belum direklamasi terbuka tanpa vegetasi penutup tanah, sehingga suhu permukaan tanah menjadi tinggi. Selain itu hal ini juga menunjukkan bahwa ada mikrob tanah yang mampu beradaptasi dengan kondisi ekstrim tanah yang belum direklamasi. Selanjutnya, populasi mikrob tanah menurun dengan semakin lamanya waktu reklamasi juga dengan kedalaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Visser *et al.* (1984).



Gambar 4. Populasi Total Mikrob Tanah Pada Tanah Reklamasi Bekas Tambang Batubara pada Berbagai Umur Reklamasi dan Pada Tanah Hutan

Populasi total fungi tertinggi terdapat pada lapisan atas tanah hutan sebesar  $11.45 \times 10^4$  SPK/g BKM. Hal ini berhubungan dengan kondisi permukaan tanah hutan lebih lembab dibandingkan lapisan atas tanah bekas tambang yang berarti juga suhu permukaan tanah bekas tambang lebih tinggi, selain itu jenis serasah di hutan lebih beragam. Topsoil tanah bekas tambang mengandung karbon, akan tetapi dalam bentuk batubara atau bahan humik lain yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh fungi.

Perbedaan hasil analisa mikrob dan fungi terjadi karena fungi memerlukan fase adaptasi lebih lama dibandingkan mikrob lainnya terhadap lingkungan barunya. Suhu lingkungan merupakan salah satu faktor pembatas tubuh. Suhu optimum berkisar antara  $25-30^{\circ}\text{C}$  untuk pertumbuhan *actinomyces* walaupun pada kelas termofil dapat tumbuh pada suhu  $55-65^{\circ}\text{C}$  (Subba Rao, 1977).

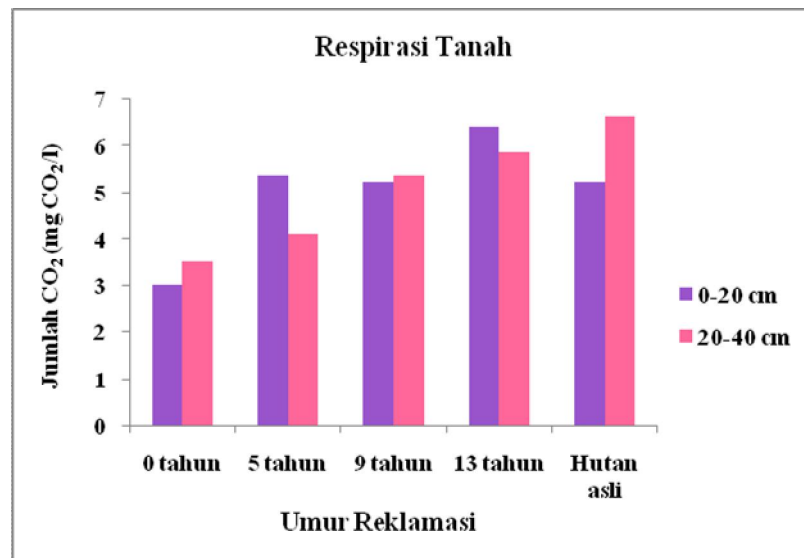


Gambar 5. Populasi Total Fungi Tanah Reklamasi Bekas Tambang Batubara pada Berbagai Umur Reklamasi dan Pada Tanah Hutan

Miller *et al.* (1985) menunjukkan bahwa air tanah merupakan faktor yang nyata yang mempengaruhi viabilitas fungi. Populasi total fungi rendah pada awal reklamasi, tetapi kemudian meningkat dalam periode 13 tahun.

## Respirasi Tanah

Respirasi mikrob tanah mencerminkan aktifitas mikrob tanah yang diukur berdasarkan jumlah CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh mikrob tanah. Jumlah CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh mikrob tanah pada lahan reklamasi bekas tambang batubara disajikan pada Gambar 6. Pada umumnya, lapisan atas (0-20cm) setiap lahan reklamasi memiliki jumlah CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dibandingkan lapisan bawahnya (20-40cm). Hal ini sejalan dengan total mikrob tanah (Gambar 4). Jumlah CO<sub>2</sub> pada tanah reklamasi umur 0 tahun lapisan bawah (20-40cm) sebesar 3.51 mgCO<sub>2</sub>/liter lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah CO<sub>2</sub> lapisan atas (0-20cm), yaitu sebesar 3 mgCO<sub>2</sub>/liter.



Gambar 6. Respirasi Tanah Pada Lahan Reklamasi Bekas Tambang Batubara Pada Berbagai Umur Reklamasi dan Pada Tanah Hutan

## KESIMPULAN

Tanah bekas tambang batubara memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, terutama kandungan karbon, akan tetapi tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh mikrob tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi total mikrob pada tanah yang baru direklamasi lebih tinggi dari populasi total mikrob pada tanah hutan, sebaliknya populasi total fungi tertinggi dijumpai di permukaan tanah hutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada PT Kaltim Prima Coal atas ijin dan dukungannya dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga pada saudara Djati Murjanto, ST dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blair, J. M., P. J. Bohlen and D.W. Freckman. 1996. Soil invertebrates as indicators of soil quality. *Methods for Assessing Soil Quality*. Madison, Soil Science Society of America: 273-291.
- Boyle, J. R. 1996. Managing our grandchildren's forests: the role of soil biology and soil ecology. *Proceedings of the California Forest Soils Council Conference on Forest Soils Biology and Forest Management*, Sacramento, California, United States Department of Agriculture.
- Edgerton, D. L., J. A. Harris, P. Birch, and P. Bullock. 1995. Linear relationship between aggregate stability and microbial biomass in three restored soils. *Soil Biol. Biochem.* 27:1499-1501
- Gitt, M. J. and D.J.. Dollhopf. 1991. Coal waste reclamation using automated weathering to predict lime requirement. *J. Environ. Qual.* 20:285-288.
- Gould, A. B. and J.W. Hendrix. 1998. Relationship of mycorrhizal activity to time following reclamation of surface mine land in western Kentucky. II Mycorrhizal fungal communities. *Can. J. Bot.* 76:204-212
- Malope, M.B., I.C. Grieve, and E.R. Page. 1987. Contributions by fungus and bacteria to aggregate stability of cultivated soils. *Jrnl of Soil Sci* 38:71-77
- Miller, R.M., B. A. Carnes, and T.B. Moorman. 1985. Factors influencing survival of vesicular-arbuscular mycorrhiza propagules during topsoil storage. *J Appl Ecol.* 22:259-266
- Moldenke, A., M. Pajutee, and E. Ingham. 1996. The functional roles of forest soil arthropods: the soil is a lively place. *Proceedings of the California Forest Soils Council Conference on Forest Soils Biology and Forest Management*, Sacramento, California, United States Department of Agriculture.
- Pusdi Reklatam. 2007. *Studi Reklamasi Lahan Bekas Tambang Tanah Putih di Kecamatan Sebuku, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan*. Kerjasama Pusdi Reklatam dengan PT. Bahari Cakrawala Sebuku
- Subba Rao, N.S. 1977. *Soil microorganism and plant growth*. Oxford IBH Publishing Co., New Delhi.
- Suryaningtyas, D.T. 2006. *Kajian pelindian ion logam pada timbunan batuan penutup di tambang terbuka sebagai metoda alternatif reklamasi lahan*. Studi kasus pertambangan batubara. Disertasi. Institut Teknologi Bandung.
- Thomas, K. A., J.C. Sencindiver, J.G. Skousen, dan J.M. Gorman. 2001. *Chemical properties of minesoils on a mountaintop removal mine in*

southern West Virginia. Land Reclamation - A Different Approach, Albuquerque, New Mexico, American Society for Surface Mining and Reclamation.

- Topp, W., M. Simon, G. Kautz, U. Dworschak, F. Nicolini and S. Pruckner. 2001. Soil fauna of a reclaimed lignite open-cast mine of the Rhineland: improvement of soil quality by surface pattern. *Ecological Engineering* 17: 307-322.
- Visser, S., J. Fujikawa, C.L. Griffiths, and D. Parkinson. 1984. Effect of topsoil storage on microbial activity, primary production and decomposition potential. *Plant and Soil*. 82:41-50
- Williamson, J. C. and D.B. Johnson. 1991. Microbiology of soils at opencast coal sites. II Population transformations occurring following land restoration and the influence of ryegrass/fertilizer amendments. *J Soil Sci*. 42:9-15

# **FLUKS KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) PADA BERBAGAI TINGKAT KEMATANGAN GAMBUT DENGAN APLIKASI PUPUK NITROGEN**

Etik Puji Handayani  
STIPER, Dharma Wacana Metro, Lampung

## **ABSTRACT**

Application of nitrogen fertilizer is very important for plant growth and increasing yield. However it is can be improved rate of decomposition proces by soil microorganism which effect to increasing CO<sub>2</sub> flux. We studied the effect of dosage nitrogen on the different peat maturity to CO<sub>2</sub> flux with randomized completely design, CO<sub>2</sub> flux measure by titrasi method. The research was conducted in laboratory of the Departement of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bogor Agriculture University. Peat samples were taken from Meulaboh (West Aceh). The result showed that water content per unit dry weight affect by peat maturity level (fibric: 780-880% > hemic: 425-530% > saphric: 225-250%), application of nitrogen fertilizer on peat soil increased CO<sub>2</sub> flux, ratio C/N and total of microbe population, although it's depends of peat maturity level.

*Keywords:* CO<sub>2</sub> flux, N fertilizer, peat maturity level.

## **PENDAHULUAN**

Akhir-akhir ini banyak penelitian tentang gambut tropik secara global karena pentingnya gambut sebagai *carbon sink* (penambat C) dan peranan penting gambut tropik dalam dinamika karbon biosfer yang merupakan hasil dari akumulasi bahan organik selama ribuan tahun. Gambut berperan penting dalam biosfer karena gambut terlibat dalam siklus biogeokimia, merupakan habitat tanaman dan hewan, sebagai lingkungan hasil dari evolusi, dan referen dalam mempelajari pola perubahan iklim global masa lalu dan masa sekarang. Lahan gambut menutupi 3% (4 juta km<sup>2</sup>) dari permukaan bumi dan menyimpan fraksi besar sumber karbon di daratan bumi ini hingga 528.000 Mt (Gorham, 1991). Menurut Hooijer *et al.* (2006), jumlah karbon ini setara dengan 1/3 karbon tanah global atau 70 kali emisi pembakaran bahan bakar fosil global per tahun ( $\approx 7.000$

Mt C/tahun  $\approx$  26.000 Mt CO<sub>2</sub>/tahun pada tahun 2006). Simpanan C ini mempunyai pengaruh nyata terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub> atmosfer.

Hasil penelitian aplikasi pupuk N pada lahan gambut memberikan pengaruh yang berbeda terhadap proses dekomposisi (Aerts and de Caluwe, 1999; Saarnio dan Silvola, 1999). Aplikasi pupuk N juga memberikan dampak yang bervariasi terhadap emisi CH<sub>4</sub> pada lahan gambut (Granberg *et al.*, 2001; Nykanen *et al.*, 2002; Aerts and de Caluwe, 1999; Saarnio dan Silvola, 1999; Saarnio *et al.*, 2000ab). Oleh karena itu, perlu dikaji lebih mendalam pengaruh aplikasi pupuk N pada lahan gambut terhadap emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>.

Penambahan pupuk N pada lahan gambut dapat mempengaruhi emisi GRK. Urea merupakan pupuk N inorganik yang selalu digunakan oleh petani dalam upaya meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Jumlah dan waktu pemupukan urea sangat penting diperhatikan bukan hanya untuk optimalisasi produksi kelapa sawit, namun untuk meminimalkan emisi GRK yang mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan.

Ketersediaan unsur N dalam tanah mempunyai peranan penting dalam mengendalikan reaksi-reaksi biologi dalam tanah, termasuk mengendalikan mikroorganisme dan akar tanaman yang memproduksi CO<sub>2</sub> untuk dilepaskan ke atmosfer, sehingga aplikasi pemupukan N mempunyai pengaruh nyata dalam meningkatkan respirasi (Lai *et al.*, 2002; Zhang *et al.*, 2007). Pemupukan urea akan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> dengan cara memacu pertumbuhan akar, aktivitas mikrob, dan proses dekomposisi bahan organik.

Dampak aplikasi pupuk N pada lahan gambut terhadap emisi CO<sub>2</sub> masih menjadi perdebatan. Terdapat hasil yang berlawanan pada pengaruh N terhadap proses dekomposisi pada gambut. Menurut Aerts and de Caluwe (1999), penambahan N berakibat pada menurunnya produksi CO<sub>2</sub> pada tanah gambut miskin, namun hasil penelitian Saarnio and Silvola (1999) menyatakan bahwa terdapat peningkatan emisi CO<sub>2</sub> setelah aplikasi N. Demikian juga hasil penelitian pengaruh aplikasi N terhadap emisi CH<sub>4</sub> masih bervariasi. Granberg *et al.* (2001) menyatakan bahwa penambahan N dapat menurunkan secara nyata emisi CH<sub>4</sub> pada gambut miskin, namun Nykanen *et al.* (2002) menyatakan bahwa penambahan 100 kg NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-N ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup> meningkatkan emisi CH<sub>4</sub>. Beberapa

penelitian lain menunjukkan bahwa penambahan N tidak memberikan pengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> pada lahan gambut (Aerts and de Caluwe, 1999; Saarnio and Silvola, 1999; Saarnio *et al.*, 2000a; Saarnio *et al.*, 2000b).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh dosis N terhadap fluks CO<sub>2</sub> pada bahan gambut dengan tingkat kematangan yang berbeda yang didukung oleh data kadar air gambut, kandungan C-organik, nisbah C/N dan total populasi mikroba.

## **BAHAN DAN METODE**

Untuk mempelajari pengaruh dosis pupuk N pada bahan gambut dengan tingkat kematangan yang berbeda terhadap fluks CO<sub>2</sub> dilakukan percobaan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Sampel bahan gambut yang digunakan untuk percobaan ini berasal dari lahan gambut di Meulaboh, Aceh Barat yang ditanami kelapa sawit di Desa Suak Puntong, Suak Raya dan Cot Gajah Mati. Pada setiap titik pengamatan sesuai dengan transek yang telah ditentukan, dilakukan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan bor gambut. Komposit sampel tanah dari masing-masing titik pengamatan pada transek yang sama dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangan gambut yaitu fibrik, hemik, dan saprik yang ditentukan dengan metode cepat di lapang.

Percobaan di laboratorium disusun dengan menggunakan rancangan percobaan faktorial dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah dosis pupuk N (N) yang terdiri dari 5 taraf yaitu: 0 g/100 g tanah (n<sub>0</sub>), 0,25 g/100 g tanah (n<sub>1</sub>), 1 g/100 g tanah (n<sub>2</sub>), 4 g/100 g tanah (n<sub>3</sub>), 16 g/100 g tanah (n<sub>4</sub>). Faktor kedua adalah tingkat kematangan gambut (G) yang terdiri dari fibrik (g<sub>1</sub>), hemik (g<sub>2</sub>), dan saprik (g<sub>3</sub>). Dengan demikian diperoleh 15 kombinasi percobaan yaitu n<sub>0</sub> g<sub>1</sub>, n<sub>0</sub> g<sub>2</sub>, n<sub>0</sub> g<sub>3</sub>, n<sub>1</sub> g<sub>1</sub>, n<sub>1</sub> g<sub>2</sub>, n<sub>1</sub> g<sub>3</sub>, n<sub>2</sub> g<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> g<sub>2</sub>, n<sub>2</sub> g<sub>3</sub>, n<sub>3</sub> g<sub>1</sub>, n<sub>3</sub> g<sub>2</sub>, n<sub>3</sub> g<sub>3</sub>, n<sub>4</sub> g<sub>1</sub>, n<sub>4</sub> g<sub>2</sub>, n<sub>4</sub> g<sub>3</sub>.

Sampel tanah berasal dari bahan gambut sesuai dengan tingkat kematangannya (fibrik, hemik, dan saprik) sebanyak 100 g dimasukkan ke dalam toples tertutup. Pupuk N dengan dosis 0, 0,25, 1, 4, dan 16 g dicampurkan ke dalam 100 g bahan gambut tersebut. Tabung film yang telah diisi 10 ml KOH 0,2



N diletakkan di dalam toples, demikian juga tabung film yang berisi sebanyak 10 ml aquades. Kemudian toples ditutup rapat dan diinkubasi selama 7 hari. Pengukuran CO<sub>2</sub> hasil respirasi bahan gambut dilakukan dengan menggunakan metode titrasi.

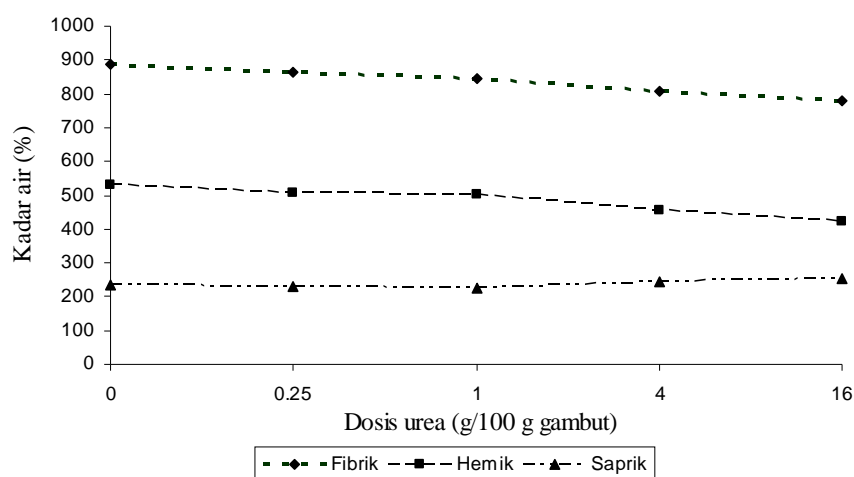
Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam yaitu membandingkan antara F hitung dengan F tabel pada taraf nyata 5%, namun sebelumnya data diuji homogenitas dengan menggunakan uji Bartlett dan ketidakaditifan dengan menggunakan uji Tuckey. Pengamatan yang dilakukan pada percobaan ini terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Variabel yang diamati pada percobaan pengaruh dosis pupuk urea pada bahan gambut dengan tingkat kematangan yang berbeda terhadap fluks CO<sub>2</sub>.

No.	Variabel Pengamatan	Metode
1.	Fluks CO <sub>2</sub>	Titrasi
2.	Kadar air	Gravimetri
3.	Kadar Abu	Pengabuan kering
4.	C-organik	Pengabuan kering
5.	Bahan organik	Pengabuan kering
6.	Total populasi mikroba	Media Nutrien Agar
7.	Nitrogen	Kjeldahl
8.	Nisbah C/N	

## HASIL DAN PEMBAHASAN

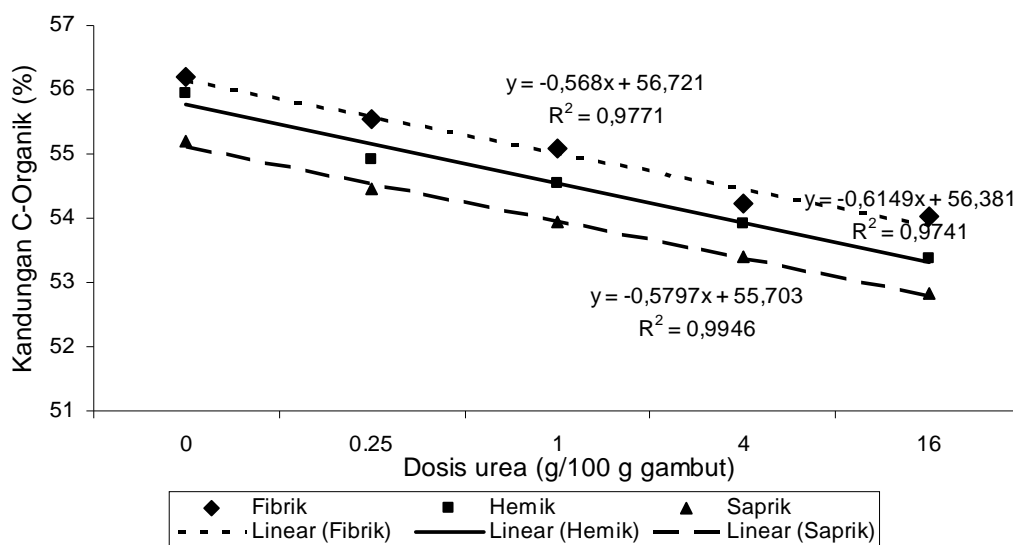
Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kematangan gambut mempengaruhi kadar air gambut, bahan gambut dengan tingkat kematangan rendah atau disebut fibrik memiliki kadar air lebih tinggi yaitu antara 780 - 880%, bahan gambut yang tergolong hemik memiliki kadar air pada kisaran 425 - 530%, sedangkan kadar air bahan gambut yang tergolong saprik adalah 225 - 250% yang diilustrasikan seperti pada Gambar 1. Dari hasil analisis ragam, kadar air gambut hanya dipengaruhi oleh tingkat kematangan gambut, sedangkan penambahan dosis urea tidak berpengaruh nyata dan tidak terdapat interaksi pada kedua faktor tersebut.



Gambar 1. Kadar air bahan gambut yang diberi perlakuan dosis urea pada berbagai tingkat kematangan gambut.

Dari Gambar 1 jelas terlihat bahwa gambut dengan tingkat kematangan yang sama memiliki kadar air yang relatif sama. Kadar air gambut fibrik lebih tinggi daripada gambut hemik dan saprik.

Aplikasi pupuk urea pada bahan gambut dengan tingkat kematangan gambut yang berbeda mempengaruhi kandungan C-organik. Dari hasil analisis ragam ternyata antara dosis pupuk dan tingkat kematangan gambut tidak terdapat interaksi, sehingga peningkatan dosis urea yang ditambahkan ke dalam bahan gambut, diikuti oleh berkurangnya kandungan C-organik pada masing-masing tingkat kematangan gambut. Hubungan kandungan C-organik pada masing-masing tingkat kematangan gambut akibat penambahan urea sampai dengan dosis 16 g/100 g gambut diilustrasikan dengan persamaan regresi  $Y = -0,57x + 56,72$  ( $R^2 = 0,98$ ) untuk gambut fibrik,  $Y = -0,61x + 56,38$  ( $R^2 = 0,97$ ) untuk gambut hemik dan  $Y = -0,57x + 55,70$  ( $R^2 = 0,99$ ) untuk gambut saprik (Gambar 2). Penurunan kandungan C-organik ini disebabkan oleh semakin meningkatnya laju dekomposisi cadangan C pada bahan gambut dengan semakin meningkatnya penambahan dosis urea.

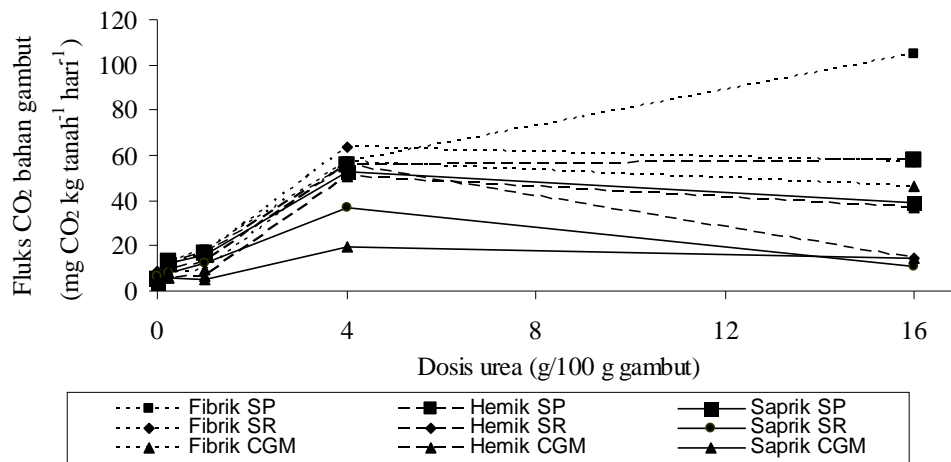


Gambar 2. Kandungan C-organik bahan gambut yang diberi perlakuan dosis urea pada berbagai tingkat kematangan gambut.

Pada penelitian ini pengukuran CO<sub>2</sub> hasil respirasi bahan gambut yang telah diberi pupuk urea sesuai dengan dosis perlakuan dan diinkubasi selama satu minggu diukur dengan metode titrasi. Fluks CO<sub>2</sub> tanah merupakan salah satu parameter yang sering digunakan untuk menggambarkan aktivitas kehidupan biologi tanah. Pendekatan respirasi lebih komprehensif karena didalamnya tercakup informasi variasi populasi, ukuran, dan aktivitas yang secara bersamaan mempengaruhi produksi CO<sub>2</sub> dari dalam tanah.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan penambahan dosis urea dan tingkat kematangan gambut terhadap fluks CO<sub>2</sub> dari bahan gambut yang telah diinkubasi selama satu minggu. Penambahan dosis urea sampai dengan dosis 4 g/100 g gambut ternyata meningkatkan fluks CO<sub>2</sub> gambut pada berbagai tingkat kematangan gambut baik gambut dari kebun kelapa sawit Desa Suak Puntong, Desa Suak Raya, maupun Desa Cot Gajah Mati. Namun dengan penambahan dosis urea yang lebih tinggi, fluks CO<sub>2</sub> pada masing-masing tingkat kematangan gambut dari ketiga lokasi penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan. Fluks CO<sub>2</sub> gambut fibrik masih meningkat dengan meningkatnya dosis urea, sedangkan fluks CO<sub>2</sub> pada gambut hemik dan saprik sudah mengalami penurunan dengan bertambahnya dosis urea dari 4 g/100 g gambut menjadi 16 g/100 g gambut (Gambar 3).

Dengan demikian secara umum dapat dikatakan bahwa meningkatnya dosis pupuk urea akan meningkatkan respirasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa meningkatnya respirasi akibat pemupukan urea tersebut dapat mencapai 10 kali setelah gambut diinkubasi selama satu minggu, namun respons tersebut tergantung pada tingkat kematangan gambut dan dosis pupuk urea. Zhang *et al.* (2007) melaporkan peningkatan respirasi akibat penambahan pupuk N pada marsh di timur laut Cina dapat mencapai 140%.

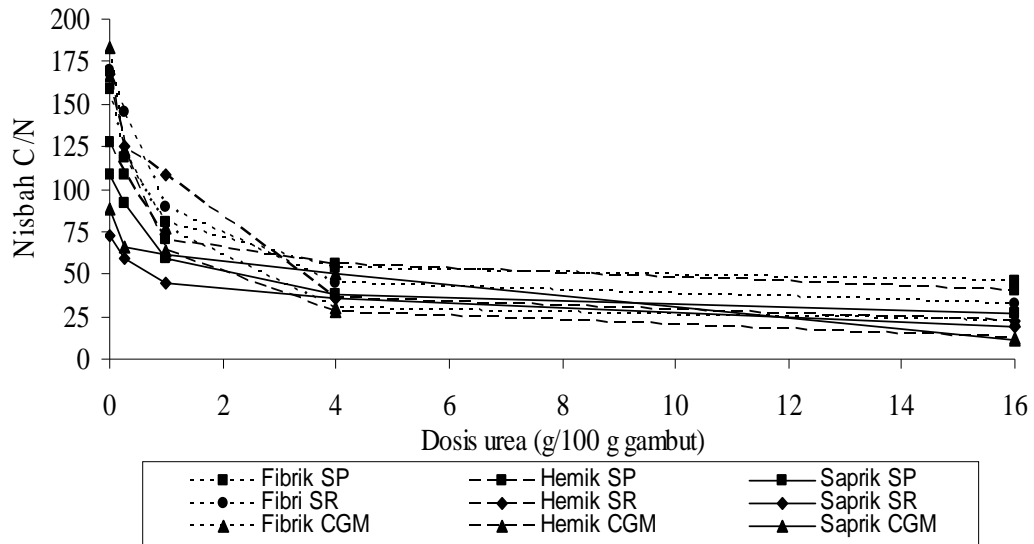


Gambar 3. Fluks CO<sub>2</sub> bahan gambut yang diberi perlakuan dosis urea pada berbagai tingkat kematangan gambut.

Meningkatnya respirasi akibat penambahan pupuk urea menunjukkan adanya percepatan laju aktivitas mikroba karena tersedianya sumber energi yang lebih besar dengan meningkatnya dosis pupuk urea yang diberikan. Dampak dari meningkatnya respirasi dengan penambahan urea adalah peningkatan produksi dan emisi CO<sub>2</sub>, namun Yang and Chang (1998) melaporkan bahwa peningkatan respirasi dapat menghambat produksi CH<sub>4</sub>.

Hasil penelitian terhadap nisbah C/N menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan dosis urea dan tingkat kematangan gambut juga terjadi terhadap nisbah C/N. Secara umum penambahan dosis urea akan menurunkan nisbah C/N gambut, namun besarnya penurunan tergantung pada tingkat kematangan gambut dari masing-masing lokasi penelitian. Gambut saprik mengalami penurunan nisbah C/N lebih rendah daripada gambut hemik dan fibrik.

Respons gambut akibat penambahan dosis urea pada nisbah C/N menunjukkan bahwa penambahan urea sampai dengan dosis 16 g/100 g gambut, menurunkan nisbah C/N, namun besarnya masing-masing penurunan tergantung pada tingkat kematangan gambut tersebut (Gambar 4).



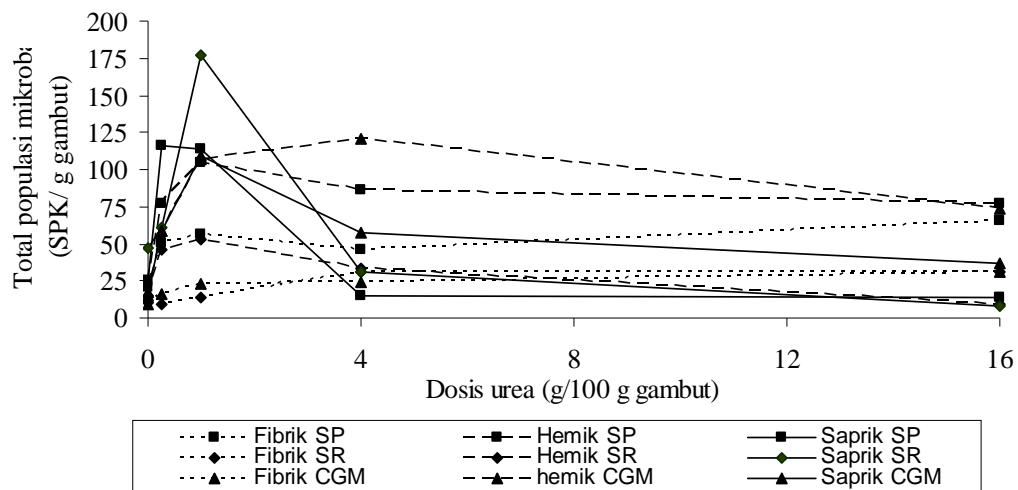
Gambar 4. Nisbah C/N bahan gambut yang diberi perlakuan dosis urea pada berbagai tingkat kematangan gambut.

Dari analisis unsur N dapat diketahui bahwa penambahan dosis urea akan menambah ketersediaan N pada bahan gambut dan kandungan N pada gambut saprik baik dengan maupun tanpa penambahan urea ternyata lebih tinggi daripada gambut hemik dan fibrik. Hal ini menyebabkan nisbah C/N pada gambut saprik lebih rendah daripada gambut hemik dan fibrik, karena kandungan unsur N merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju proses dekomposisi. Semakin banyak N, maka laju proses dekomposisi semakin cepat. Berglund (1995) melaporkan bahwa gambut yang kaya unsur N akan memiliki nisbah C/N rendah, namun emisi CO<sub>2</sub> lebih tinggi daripada gambut yang memiliki nisbah C/N tinggi. Nilai nisbah C/N pada gambut miskin berada pada kisaran 20 – 100, sedangkan pada gambut kaya dari kisaran 15 – 35 (Berglund, 1995).

Nilai nisbah C/N hasil penelitian tergolong tinggi. Tingginya nisbah C/N mengakibatkan kandungan N total yang tinggi tidak diikuti oleh tingginya ketersediaan N. Hal ini berdampak pada kehidupan mikrob tanah yang selanjutnya berpengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub> dari lahan gambut. Menurut

Klemedtsson *et al.* (1997), gambut dengan nisbah C/N yang tinggi mendukung tingginya rata-rata produksi CO<sub>2</sub> karena C selulose labil.

Secara umum, pemupukan urea akan meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> dengan jalan memacu pertumbuhan akar, jumlah populasi mikrob, dan aktivitas mikrob. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan dosis urea sampai dengan 1 g/100 g gambut, jumlah total populasi mikrob meningkat, namun dengan penambahan dosis urea yang lebih tinggi berdampak penurunan jumlah total populasi mikrob pada gambut saprik, sedangkan jumlah populasi mikrob pada gambut hemik dan fibrik ada yang masih menunjukkan peningkatan, namun ada yang sudah menurun (Gambar 5).



Gambar 5. Total populasi mikrob bahan gambut yang diberi perlakuan dosis urea pada berbagai tingkat kematangan gambut.

Pupuk N merupakan salah satu faktor pengendali terpenting dalam reaksi-reaksi biologi dalam tanah, meliputi mikroorganisme heterotropik dan akar tanaman, yang memproduksi gas CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Dalam penelitian Zhang *et al.* (2007) ternyata respirasi pada lahan yang dipupuk lebih tinggi daripada yang tidak dipupuk, karena pemupukan meningkatkan respirasi biomas di atas permukaan tanah. Peningkatan biomass akibat pemupukan N dapat mencapai 250% (Lai *et al.*, 2002), 20 - 40 % (Makipaa *et al.*, 1998).

Pengaruh pemupukan urea terhadap fluks CO<sub>2</sub>, jumlah total populasi mikrob, dan nisbah C/N pada penelitian ini menunjukkan pola yang sama antar

lokasi penelitian. Pada masing-masing tingkat kematangan gambut, potential fluks CO<sub>2</sub> berkorelasi erat dengan total populasi mikrob. Jumlah populasi mikrob Semakin banyak dengan penambahan urea sampai dengan dosis 4 g/100 g gambut dan akan diikuti oleh semakin tingginya CO<sub>2</sub> hasil respirasi. Penambahan dosis urea meningkatkan laju dekomposisi bahan organik baik pada gambut fibrik, hemik, maupun saprik. Hal ini terbukti dengan semakin menurunnya nilai nisbah C/N gambut dengan semakin meningkatnya dosis pupuk urea yang ditambahkan.

### KESIMPULAN

Dari serangkaian percobaan laboratorium yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kematangan gambut berpengaruh nyata terhadap kadar air namun dosis pupuk urea tidak berpengaruh nyata. Kadar air gambut fibrik (780-880%) > hemik (425-530%) > saprik (225-250%).
2. Perlakuan dosis urea dan tingkat kematangan gambut mempengaruhi kandungan C-organik, namun tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan. C-organik fibrik > hemik > saprik. Penurunan kandungan C-organik mengikuti persamaan regresi untuk gambut fibrik  $Y = -0,57x + 56,72$  ( $R^2 = 0,98$ ), hemik  $Y = -0,61x + 56,38$  ( $R^2 = 0,97$ ), dan saprik  $Y = -0,57x + 55,70$  ( $R^2 = 0,99$ ).
3. Terdapat interaksi antara dosis urea dengan tingkat kematangan gambut terhadap fluks CO<sub>2</sub> gambut. Penambahan dosis urea sampai dengan dosis 4 g/100 g gambut ternyata meningkatkan fluks CO<sub>2</sub>, namun pada dosis urea yang lebih tinggi, respons fluks CO<sub>2</sub> tergantung pada tingkat kematangan gambut.
4. Terdapat interaksi antara dosis urea dengan tingkat kematangan gambut terhadap nisbah C/N dan total populasi mikrob. Respons penurunan nisbah C/N dengan penambahan dosis urea tergantung pada tingkat kematangan gambut. Penambahan dosis urea sampai dengan dosis 1 g/100 g gambut ternyata meningkatkan total populasi mikrob, namun pada dosis urea yang lebih tinggi, respons total populasi mikrob tergantung pada tingkat kematangan gambut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aerts, R., and H. Caluwe. 1999. Nitrogen deposition effects on carbon dioxide and methane emissions temperete peatland soils. *Oikos*. 84 (1): 44-54.
- Berglund. 1995. Properties of cultivated gytjtja soils. *International pcat 3umnd*. 6: 5-23.
- Gorham E. 1991. Northern peatland: role in carbon cycle and probable responses to climate warning. *Ecological Applications* 1: 182-195.
- Granberg, G., I. Sundh, B.H. Svensson, and M. Nilsson. 2001. Effects of increased temperature, and nitrogen and sulfur deposition, on methane emissions from a boreal mire. *Ecology*. 82: 1982-1988.
- Hooijer, A., M. Silvius, H. Wosten, S. Page. 2006. PEAT-CO<sub>2</sub>, Assessment of CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in SE Asia. Wageningen: Delft Hydraulics report Q3943.
- Klemedtsson, A.K., L. Klemedtsson, K. Berglund, P. Martikainen, J. Silvola and O. Oenema. 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil Use and Management*. 13: 245-250.
- Lai, C.T., G. Katul, J. Butnor, M. Siqueira, D. Ellsworth, C. Maier, K. Johnsen, S. Mcheand, and R. Oren. 2002. Modelling the limits on the response of net carbon exchange to fertilization in a south-eastern pine forest. *Plant Cell Environ*. 25: 1095-1119.
- Makipaa, R., T. Karjalainen, A. Pussinen and M. Kukkola. 1998. Effects of nitrogen fertilization on carbon accumulation in boreal forests: model computations compared with the results of long-term fertilization experiments. *Chemosphere*. 36: 1155-1160.
- Nykanen, H., H. Vasender, J.T Huttunen, and P.J. Martikainen. 2002. Effect of experimental nitrogen load on methane and nitrous oxide fluxes on ombrotrophic boreal peatland. *Plant and Soil* 242: 147-155.
- Saarnio, S. and J. Silvola. 1999. Effects of increased CO<sub>2</sub> and N on CH<sub>4</sub> efflux from a boreal mire: a growth chamber experiment. *Oecologia*. 119: 349-356.
- Saarnio, S., T. Saarinen, H. Vasander, and Silvola. 2000a. A moderate increase in the annual CH<sub>4</sub> efflux by raised CO<sub>2</sub> or NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> supply in a boreal oligotrophic mire. *Global Change Biol*. 6: 137-144.
- Saarnio, S., J. Silvola, J. P. Foot, I. Sundh, A. Greenup, A. Heijmans, A. Joabsson, A. Mitchell, and A. Van Breemen. 2000b. Effects of elevated CO<sub>2</sub> and N deposition on CH<sub>4</sub> emissions from European bogs. *In Abstracts, Invited Papers Symposium 73, Millennium Wetland event, Québec, August 6 - 12, 2000*.
- Yang, S.S. and H.L. Chang. 1998. Effect of environmental condition on methane production and emission from paddy soil. *Agric. Ecosystem and Environment*. 69: 69-80.
- Zhang, L., C. Song, X. Zheng, D. Wang, and Y. Wang. 2007. Effects of nitrogen on the ecosystem respiration, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions to the atmosphere from the freshwater marshes in Northeast China. *Environ Geol*. 52: 529-539.



SOIL MICROORGANISMS ABUNDANCE IN THE TAILING DEPOSITION  
ModADA AREAS OF FREEPORT INDONESIA, TIMIKA

Irnanda Aiko Fifi Djuuna<sup>1,4</sup>, Maria Masora<sup>2</sup>, Pratita Puradyatmika<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science, Faculty of Agriculture and Agriculture Technology  
The State University of Papua, Amban Campus Manokwari 98314.

<sup>2</sup>Department of Biology Faculty of Mathematics and Science, The State  
University of Papua, Manokwari

<sup>3</sup> Department of Environmental Freeport Indonesia, Timika

<sup>4</sup>Correspondence Author: Phone (0986) 211974 Fax (0986) 211455 email:  
irnanda\_d@yahoo.com.au

**ABSTRACT**

The objective of this study was to examine the number and distribution of soil bacteria, fungi and actinomycetes in the tailing deposition areas of Freeport Indonesia Mining and Gold Company, Timika. One hundred ninety eight composite soil samples (0-20 cm) were taken from four location of ModADA (Modification Aijkwa Deposition Areas) namely double levee-bottom (fine texture); double levee-middle (medium texture); double levee-top (coarse texture); Mile 21 and transmigration areas of I to V. The conventional method of dilution and Plate Count Agar were used to examine the population of soil bacteria, fungi and actinomycetes. Soil pH and moisture content were also analyzed. The numbers of soil bacteria in the tailing deposition areas are in the range from  $3.48 \times 10^5$  CFU/gr soil to  $102.83 \times 10^5$  CFU/gr soil, soil fungi from  $1.51 \times 10^5$  CFU/gr soil to  $106.61 \times 10^5$  CFU/gr soil and actinomycetes range from  $0.32 \times 10^4$  CFU/gr soil to  $113.74 \times 10^4$  CFU/gr soil. While in some transmigration areas, the number of soil bacteria, fungi and actinomycetes were lower than in the tailing areas. The number of soil bacteria and fungi were higher than actinomycetes. However, the coefficient of variation of actinomycetes (107%) was higher than soil fungi (89%) and bacteria (68%). Tailing deposition areas are considered as a good habitat for soil microorganisms. Overall, the number of soil organism in the tailings areas are considered medium to high, however to understand their functioning in each location under different land use system, more research are needed to evaluate their roles especially in the decomposition of soil organic matter.

*Key words:* Tailing Deposition, Soil Bacteria, Fungi, Actinomycetes

## PENDAHULUAN

Pasir sisa tambang atau tailing merupakan batuan sisa yang berukuran halus yang dihasilkan dari proses pemisahan tembaga dan emas secara pengapungan (flotasi) dari batuan bijih (Mahler dan Sabirin, 2008). Tanah tailing ini mempunyai ukuran partikel yang bervariasi dari kasar sampai dengan halus, tidak memiliki unsur organik dan hanya mengandung sedikit unsur hara. Kandungan unsur hara pada tanah tailing ini umumnya tidak berada dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman, sehingga umumnya tingkat kesuburan tanahnya sangat rendah. Ketersediaan bahan organik secara alami sangat lambat, hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi alami mempunyai banyak kendala seperti iklim (curah hujan, suhu, cahaya, kelembaban), ketersediaan bahan organik karbon, reaksi tanah, dan keragaman mikroorganisme pelapuk. Dengan demikian variabel kestabilan pelapukan bahan organik sangat bergantung pada keanekaragaman mikroorganisma tanah khususnya mikroorganisme pelapuk.

Untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tailing, maka perlu didukung data dan informasi tentang keanekaragaman mikroorganisme tanah khususnya bakteri, jamur dan aktinomisetes. Bakteri, jamur dan aktinomisetes merupakan kelompok terbesar dari mikroorganisme tanah (mikroflora) yang hidup dan terdapat pada sebagian besar habitat di alam termasuk lahan tailing.

Bakteri adalah organisme yang paling dominan di dalam tanah dengan populasi melebihi dari  $10^8$  per gram tanah dan memiliki  $10^4$ - $10^6$  spesies, aktinomisetes merupakan organisme terbesar ke dua jumlahnya di dalam tanah setelah bakteri dengan populasi sebesar  $10^6$ - $10^7$ , sedangkan jamur merupakan organisme terbesar ke tiga di dalam tanah dengan populasi  $10^4$ - $10^6$  per gram tanah (Celentis Analytical, 2003).

Kelompok mikroorganisme ini berpotensi sebagai salah satu indikator yang penting untuk kualitas dan kesehatan tanah, dimana kelompok mikroorganisme ini mempunyai peranan penting dalam fungsi ekosistem karena merupakan salah satu penanda (marker) biologi yang sangat sensitive dan sangat berguna dalam menilai gangguan dan kerusakan dalam ekosistem (Roper and Ophel-Keller, 1997).

Oleh sebab itu, maka data dasar mengenai keanekaragaman hayati mikroorganisme tanah khususnya kelompok mikroflora pelapuk tanah yang dapat menguntungkan pertumbuhan tanaman di daerah pasir sisa tambang adalah sangat diperlukan dalam rencana mengelola dan mereklamasi lahan tailing di area ini. Dengan demikian, diharapkan data penyebaran keanekaragaman hayati mikroorganisme tanah ini dapat digunakan sebagai salah satu faktor penting dalam memantau dan mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi di daerah bekas buangan pasir sisa atau dengan kata lain keanekaragaman organisme pelapuk dapat dijadikan benchmark “Early Warning Environmental Adjustment (EWEA)”.

Sebagai upaya untuk mengetahui keberadaan bakteri, jamur dan aktinomisetes dari tailing tersebut diatas, maka dilakukan inventarisasi dan isolasi kelompok mikroflora ini dari tailing tersebut dengan tujuan untuk mengetahui populasi dan penyebaran mikroflora ini dari berbagai lokasi tailing di areal ModADA dan pada lahan pertanian transmigrasi sebagai pembandingan. Diharapkan dari populasi mikroflora yang ada didapatkan koleksi berbagai jenis bakteri, jamur dan aktinomisetes dari tanah yang selanjutnya dapat digunakan sebagai pupuk hayati maupun bioindikator pada daerah tersebut.

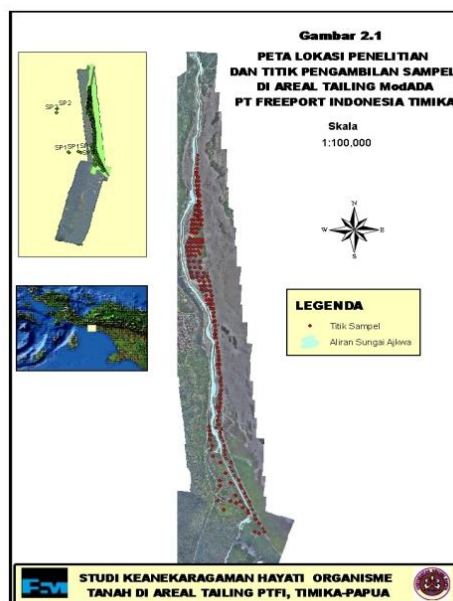
## **BAHAN DAN METODE**

### **Pengambilan sampel tanah dan analisis**

Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm pada 8 lokasi di daerah ModADA dan di Areal Transmigrasi yaitu ADA-bawah (endapan halus); ADA-tengah (endapan sedang); ADA-atas (endapan kasar); ADA-tua (daerah endapan yang sudah tidak active lagi); Double Levee; Mile 21; dan Daerah transmigrasi SP I, II, IV dan SP V. Lokasi penelitian dan titik pengambilan sampel tanah disajikan pada Gambar 1. Sedangkan analisis laboratorium dilakukan di laboratorium Timika Environmental Laboratory (TEL) PTFI, untuk analisa pH tanah, kadar air tanah. Untuk pengamatan populasi mikroorganisme tanah dilakukan di Water Microbiology Laboratory, Public Health and Malaria Control,

PTFI Kuala Kencana, Timika dan dilanjutkan di Laboratorium Biologi Tanah Fapertek UNIPA dan Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNIPA Manokwari.

Sampel tanah diambil secara komposit pada kedalaman 0-20 cm dengan menggunakan bor tanah pada setiap interval 200 m, namun pada lokasi yang luasannya lebih kecil jarak antara titik adalah 50-100 m. Pada setiap titik sampel diambil sebanyak 10 bor dengan jarak 1 meter secara melingkar, sehingga didapatkan sampel komposit dari setiap titik sampel. Setiap titik sampel di tandai dengan titik GPS. Jumlah keseluruhan sampel tanah yang diambil adalah 198 sampel dari 198 titik, atau sebanyak 1980 sampel bor yang telah dikomposit.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Titik Pengambilan Sampel di Areal Tailing PT Freeport Indonesia, Timika.

Analisa pH tanah dan kadar air tanah dilakukan sebagai data pendukung yaitu dengan mengukur pH ( $H_2O$ ) dengan perbandingan 1:2 kemudian diukur dengan pHmeter. Sedangkan kadar air tanah (moisture content) dihitung berdasarkan rumus: Moisture Content (%) =  $ODW/FW \times 100$ , dimana : ODW = Oven dry weight; FW = Fresh weight).

## **Isolasi Bakteri, Jamur dan Aktinomisetes**

Isolasi bakteri, jamur dan aktinomisetes tanah dengan cara pengenceran dengan menggunakan pelarut NaCl 0,85% dengan seri pengenceran  $10^{-1}$ - $10^{-7}$ . Sampel (100  $\mu$ l) dituang ke petridish yang telah berisi media Nutrient Agar untuk bakteri, media Potato Dextrose Agar untuk jamur dan media Mannitol Salt Agar untuk aktinomisetes. Selanjutnya 10-15 ml media agar yang telah dicairkan dituangkan ke dalam setiap petridish sesuai skema di atas dengan memutar-mutarkan petridish sehingga tercampur dengan baik. Semua petridish yang berisi media diinkubasikan ke dalam incubator pada suhu 27-30°C dengan posisi petridish yang terbalik.

Setelah diinkubasi selama 2-3 hari (bakteri); 3-5 hari (jamur); dan 5-7 hari (aktinomisetes), pengamatan dilakukan pada petridish berdasarkan pengenceran yang memenuhi syarat 30-300 koloni/plate. Penghitungan jumlah koloni dilakukan dengan metode cawan hitung (*plate count*) (Lay,1994).

Identifikasi semua mikroorganisme tanah dilakukan dengan isolasi masing-masing organisme dengan menggunakan universal media sebagai media tumbuh bagi mikroorganisme tanah. Masing-masing organisme yang didapat dimurnikan dalam media khusus. Selanjutnya organisme dalam biakan murni diidentifikasi secara mikroskopis dengan cara : Wet mounts dan pewarnaan gram/gram stain, serta uji biokimia; Pengamatan morfologi dari mikroorganisme yang ditemukan dengan menggunakan mikroskop meliputi ukuran sel, bentuk dari benang miselia dan beberapa sifat lainnya seperti, kemudian diidentifikasi berdasarkan sifat-sifat mikroorganisme yang ditemukan dilanjutkan dengan menggunakan buku panduan identifikasi Bergey's Manual.

### ***Analisis Data***

Seluruh data yang ada kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis statistik yang meliputi dua tahap analisis yaitu (1) Distribusi data dilakukan dengan menggunakan konvensional statistik (mean, minimum, maximum, median, standard deviation, skewness, kurtosis dan coefficient of variation, dan histogram), yang mengasumsikan secara implisit bahwa observasi yang dilakukan adalah independent untuk setiap titik sampel.; dan (2) Analisis Geostatistik

digunakan untuk menganalisis penyebaran mikroorganisme tanah, berdasarkan lokasi pengambilan sampel. Kriging digunakan untuk mengestimasi data pada satu atau lebih titik yang tidak disampel.

Peta penyebaran mikroorganisme dibuat dengan menggunakan GIS software ArcView/ArcMap ® (version 9.2 ESRI), dengan Spatial Analyst dan Geostatistical Analyst extensions.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi menunjukkan bahwa populasi bakteri, jamur dan aktinomisetes di semua lokasi studi adalah bervariasi dan berkisar antara  $3.48 \times 10^5 - 102.83 \times 10^5$  CFU/gram tanah (bakteri),  $1.51 \times 10^5 - 106.61 \times 10^5$  CFU/gram tanah (jamur) dan  $0.32 \times 10^4 - 113.74 \times 10^4$  CFU/gram tanah (aktinomisetes). Jika dibandingkan antar organisme tanah maka terlihat bahwa populasi bakteri dan jamur lebih tinggi dibandingkan dengan aktinomisetes. Namun koefisien keragaman (CV) dari aktinomisetes adalah lebih tinggi (107%) dibandingkan dengan jamur (89%) dan bakteri (68%) (Tabel 1). Dengan kata lain, bahwa semakin tinggi nilai koefisien keragaman maka semakin bervariasi jumlahnya di dalam tanah.

Tabel 1. Rata-rata Populasi Bakteri, Jamur, dan Aktinomisetes (0-20 cm) di Areal Tailing PTFI dan Sekitarnya

Variabel Pengamatan (n=198)	Mean (x10 <sup>5</sup> CFU/gr tanah)	Median (x10 <sup>5</sup> CFU/gr tanah)	SD	Kurt	Skew	Min (x10 <sup>5</sup> CFU/gram tanah)	Max (x10 <sup>5</sup> CFU/gram tanah)	CV (%)
Bakteri	16.46	12.38	11.28	16.23	2.74	3.48	102.83	67.99
Jamur	11.57	8.12	10.32	35.71	4.44	1.51	106.61	89.06
Aktinomisetes	9.77	6.95	10.36	51.17	5.64	0.32	113.74	106.83

Ket: SD= Standard Deviation, Kurt= Kurtosis, Skew= Skewness, CV= Coefficient of Variation (Koefisien Keragaman)

Perbandingan populasi mikroorganisme tanah di areal tailing dan di areal transmigrasi (SP I, II, IV dan V) disajikan pada Tabel 2. Jumlah mikroorganisme tanah di areal tailing adalah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata populasi mikroorganisme tanah di areal Transmigrasi. Rata-rata populasi mikroorganisme di areal tailing adalah sebesar  $16.84 \times 10^5$  CFU/gram tanah

(bakteri),  $11.83 \times 10^5$  CFU/gram tanah (jamur), dan  $9.94 \times 10^5$  CFU/gram tanah (aktinomisetes). Sedangkan rata-rata populasi mikroorganisme tanah pada areal transmigrasi adalah  $7.37 \times 10^5$  CFU/gram tanah (bakteri),  $5.47 \times 10^5$  CFU/gram tanah (jamur) dan  $5.63 \times 10^5$  CFU/gram tanah (aktinomisetes). Namun perbandingan ini tidaklah signifikan mengingat jumlah sampel yang diambil pada areal transmigrasi relatif lebih sedikit.

Hasil interpolasi kriging menunjukkan bahwa penyebaran bakteri, jamur

Tabel 2. Rata-rata Populasi Bakteri, Jamur, dan Aktinomisetes (0-20 cm) di Areal Tailing PTFI dan Lahan Transmigrasi SP I, II, IV dan V Kabupaten Mimika.

Variabel Pengamatan (n=198)	Mean ( $\times 10^5$ CFU/ gr tanah)	Median ( $\times 10^5$ CFU/ gr tanah)	SD	Kurt	Skew	Min ( $\times 10^5$ CFU/ gram tanah)	Max ( $\times 10^5$ CFU/ gram tanah)	CV (%)
<b>Tailing (n=190)</b>								
Bakteri	16.84	12.82	11.34	16.19	2.73	3.48	102.83	67.36
Jamur	11.83	8.44	10.45	34.95	4.39	1.51	106.61	88.35
Aktinomisetes	9.94	7.01	10.53	49.57	5.55	0.32	113.74	105.91
<b>SP (n=8)</b>								
Bakteri	7.37	7.04	2.37	0.76	0.56	3.88	11.70	32.14
Jamur	5.47	4.83	1.90	-0.92	0.50	2.92	8.31	34.67
Aktinomisetes	5.63	5.80	2.41	-1.73	-0.26	2.47	8.52	42.90

dan aktinomisetes tanah di areal tailing cenderung sama yaitu mengikuti pola

penyebaran dari vegetasi, ketinggian tempat serta sifat-sifat tanah seperti pH dan kadar air tanah. Umumnya pH tanah dan kelembaban tanah merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah, aktivitas dan distribusi mikroorganisme di dalam tanah (Gambar 2a,2b, dan 2c).

Berdasarkan hasil isolasi jumlah mikroorganisme tanah yang ditemukan, maka hasil identifikasi mikroorganisme tanah di areal tailing dan sekitarnya terdapat 10 jenis bakteri yaitu *Nitrosomonas* sp, *Clostridium* sp, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Thiobacillus* sp, *Arthrobacter* sp, *Desulfovibrio* sp, *Serratia marcescens*, *Chromobacterium violaceum*, dan *Pseudomonas* sp., 4 jenis jamur yaitu *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus* sp, *Aspergillus niveus*, dan *Penicillium chrisogenum* dan terdapat 3 jenis aktinomisetes yaitu *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Salmonella typhimurium*.

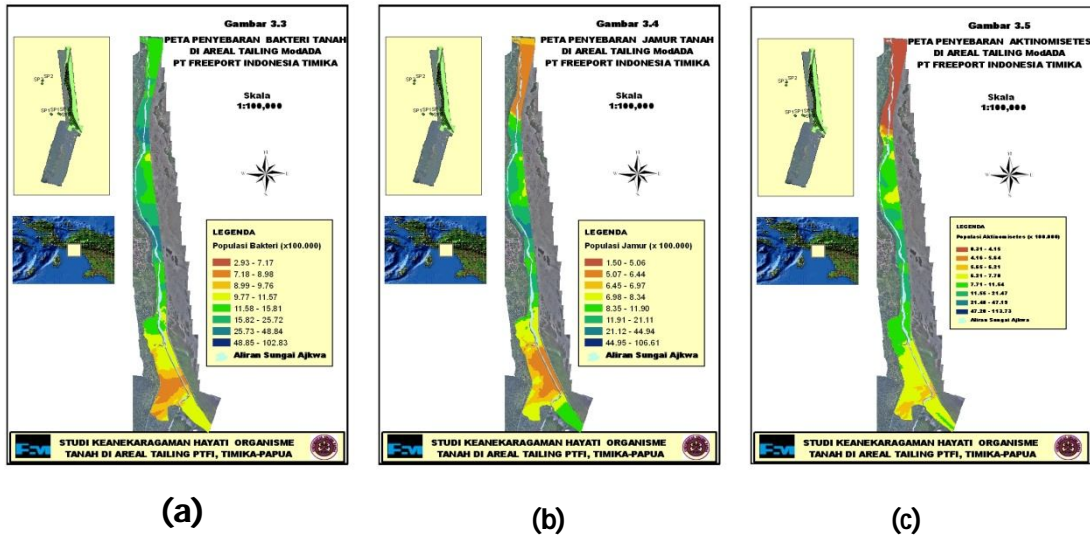
Hasil pengamatan populasi mikroorganisme tanah menunjukkan bahwa tingginya jumlah mikroorganisme tanah di areal tailing dan sekitarnya tidak disertai dengan beragamnya jenis mikroorganisme tanah ini pada semua titik pengambilan sampel.

Populasi dan distribusi dari organisme tanah baik flora maupun fauna sangat bervariasi di dalam tanah tergantung dari jenis dan karakteristik tanah, pengolahan tanah serta vegetasi yang tumbuh di atasnya. Ada tiga faktor utama yang sangat mempengaruhi populasi dan biodiversitas dari jasad hayati tanah yaitu (1) cuaca, terutama curah hujan dan kelembaban; (2) kondisi/sifat tanah, terutama kemasaman, kelembaban, suhu dan ketersediaan hara; dan (3) tipe vegetasi penutup lahan, misalnya hutan, belukar dan padang rumput (Hanafiah *et al.*, 2005). Umumnya jumlah bakteri di dalam tanah lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah jenis mikroflora lainnya seperti jamur, aktinomisetes dan algae walaupun secara individu jumlahnya lebih rendah (Alexander, 1977). Hal ini terlihat pula terhadap perbandingan jumlah bakteri, jamur dan aktinomisetes di areal tailing dan sekitarnya. Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme dalam tanah yang paling dominan dan kemungkinan meliputi separuh dari biomassa mikroba dalam tanah (Subba Rao, 1994). Jumlah bakteri di dalam tanah biasanya berkisar antara  $10^8$ - $10^9$  per gram tanah, sedangkan jumlah jamur dan aktinomisetes secara berurut berkisar antara  $10^7$ - $10^8$  dan  $10^5$ - $10^6$  per gram tanah (Soepardi, 1979).

Jumlah dan aktivitas dari mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh iklim, vegetasi dan habitat sekitarnya termasuk sifat-sifat tanahnya dan pola penggunaan lahan. Perbedaan vegetasi serta pola penggunaan lahan di areal tailing dan lahan transmigrasi mengakibatkan terjadinya perbedaan jumlah mikroorganisme tanah,



karena pada umumnya lahan-lahan yang digunakan untuk usaha-usaha budidaya tanaman pertanian, beberapa perlakuan seperti penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang secara terus menerus dapat mempengaruhi jumlah dan penyebaran



Gambar 2. Peta Penyebaran (a) Bakteri, (b) Jamur dan (c) Aktinomisetes Tanah di Areal Tailing PT Freeport Indonesia, Timika.

mikroorganisme tanah (Soepardi, 1979). Sebaliknya pada beberapa lokasi di areal tailing, jumlah dan penyebaran mikroorganisme tanah rendah kemungkinan disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik tanah. Umumnya tanah-tanah yang mempunyai kandungan pasir yang agak tinggi, kandungan bahan organiknya cenderung rendah.

Jenis-jenis mikroorganisme tanah yang ditemukan di semua titik pengambilan sampel umumnya dapat hidup dan berkembang pada sebagian besar jenis tanah diantaranya dari kelompok *Pseudomonas* sp dan *Bacillus* sp, walaupun populasi normalnya di dalam tanah tergolong rendah. Jenis-jenis bakteri ini disebut juga dengan mikroorganisme zimogen atau fermentative yang membutuhkan energi dari luar (Subba Rao, 1994). Termasuk dalam kelompok bakteri ini adalah bakteri perombak selulosa, bakteri pemakai nitrogen dan bakteri yang dapat memecah ammonium menjadi nitrat. Selain itu diantara jenis-jenis bakteri yang ditemukan di lokasi studi, terdapat pula beberapa koloni bakteri yang menyerupai *Chromobacterium violaceum* (bakteri penghasil zat antibiotik alami

“*violacein*”), serta *Thiobacillus* dan *Desulfovibrio* yang merupakan jenis-jenis bakteri yang dapat mengoksidasi dan mereduksi belerang sehingga disebut dengan kelompok bakteri belerang. Berdasarkan hasil pengamatan hanya ada 4 titik lokasi pengambilan sampel yang mengandung jenis-jenis bakteri ini yaitu yang tersebar di areal tailing di sekitar mile 30 dan 31. Umumnya bakteri-bakteri ini hidup dan berkembang dengan baik pada tempat-tempat yang tergenang atau bersifat anaerob, namun kelompok bakteri *Thiobacillus* dapat juga hidup pada keadaan aerob. *Thiobacillus* adalah jenis bakteri yang mampu mengoksidasi senyawa belerang anorganik, sehingga disebut bakteri istimewa karena menghasilkan asam sulfat apabila unsur belerang ditambahkan ke tanah sehingga pH tanah dapat turun sampai serendah 2.0 setelah lama terinkubasi dengan bakteri ini (Subba Rao, 1994). Bakteri ini dilaporkan berperan dalam dunia pertanian karena dapat mengendalikan beberapa penyakit tanaman dan digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan pupuk organik ‘Biosuper’ di Australia. Selain itu *Thiobacillus* secara komersil sangat berperan dalam industri pertambangan karena dalam proses pengolahan limbah asam, bakteri ini sangat berperan (Horan, 1999). Bakteri belerang lainnya seperti *Desulfovibrio*, merupakan bakteri pereduksi sulfat anorganik menjadi hidrogen sulfida, sehingga kehadiran bakteri ini dapat mengurangi ketersediaan belerang bagi nutrisi tanaman dan karenanya mempengaruhi produksi pertanian. Bakteri ini umumnya hidup dan berkembang dengan baik pada keadaan anaerob dan mampu menghasilkan hidrogen sulfida dengan laju yang sangat cepat. Sehingga dkuatirkan jika jumlahnya semakin banyak di dalam tanah akan memberikan pengaruh yang buruk bagi keadaan sekitarnya. Oleh sebab itu pemantauan secara regular khususnya di areal tailing sangat diperlukan untuk mengatasi meluasnya penyebaran bakteri ini dan menekan pengaruh buruk yang diakibatkan oleh bakteri ini.

Secara umum, keberadaan mikroorganismen tanah lainnya seperti jamur dan aktinomisetes dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas bahan organik yang ada di dalam tanah. Jamur lebih dominan hidup pada tanah yang masam dan memonopoli pemanfaatan substrat alami dalam tanah. Kelompok jamur dan aktinomisetes tanah yang ditemukan pada lokasi penelitian merupakan kelompok jamur dan aktinomisetes yang umum dijumpai dalam tanah seperti *Aspergillus* sp

dan *Streptomyces*. *Aspergillus* sp merupakan salah satu jenis jamur tanah yang menghasilkan bahan yang mirip dengan bahan humus dalam tanah dan karenanya mungkin penting dalam memelihara bahan organik tanah (Subba Rao, 1994).

Berbeda dengan jamur, maka aktinomisetes tidak toleran terhadap asam dan jumlahnya akan menurun pada pH 5.0. Biasanya aktinomisetes akan hidup dengan baik pada pH antara 6.5 dan 8.0. Demikian pula halnya dengan kelembaban yang cukup tinggi jumlah aktinomisetes menurun.

pH tanah merupakan salah satu sifat kimia tanah yang sangat mempengaruhi jumlah dan penyebaran mikroorganisme di dalam tanah. Populasi dan distribusi dari mikroorganisme tanah di areal tailing dan sekitarnya dipengaruhi oleh pH tanah, walaupun hubungan antara pH dan mikroorganisme tanah tersebut adalah signifikan negatif. Umumnya jumlah mikroorganisme tanah akan meningkat pada pH tanah mendekati netral. Namun beberapa spesies mikroorganisme tanah dapat juga toleran terhadap reaksi tanah yang sangat masam maupun alkaline. pH tanah yang sangat rendah (4.61-4.9) di beberapa lokasi pengambilan sampel, dapat mengakibatkan tingkat kelarutan logam tinggi, sehingga pemantauan pada lokasi-lokasi dengan pH yang sangat rendah sangat diperlukan.

Selain pH tanah, kelembaban tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi jumlah dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Umumnya mikroorganisme tanah menyukai lingkungan yang mendekati lembab, namun beberapa organisme toleran dengan keadaan kering maupun tergenang. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan bahwa kadar air tanah berpengaruh secara signifikan negatif terhadap populasi dan distribusi mikroorganisme tanah di areal tailing dan sekitarnya. Semakin tinggi kadar air tanah di areal tailing, maka jumlah dan sebaran mikroorganisme tanah rendah.

Keanekaragaman hayati mikroorganisme tanah yang meliputi jumlah, penyebaran serta jenis-jenis organisme yang ada di areal tailing dan sekitarnya menunjukkan bahwa areal tailing juga merupakan salah satu habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah yang tidak berbeda dengan habitat lainnya. Karena secara umum jumlah dan penyebaran organisme tanah di areal ini tergolong sedang-tinggi dari jumlah rata-rata organisme yang umumnya ditemukan pada

jenis tanah lainnya. Dengan adanya populasi dan penyebaran mikroorganisme tanah di areal tailing ini menunjukkan pula bahwa endapan pasir sisa tambang ini bukanlah habitat yang toksik bagi kelompok mikroorganisme ini. Namun jumlah organisme yang ditemukan di areal tailing ini tidak disertai dengan tingginya keanekaragaman jenisnya. Hal ini disebabkan oleh sifat dan karakteristik dari setiap organisme yaitu jumlah dan sebarannya di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa sifat tanah yang meliputi sifat fisik, kimia dan biologi serta faktor ekologi lainnya. Bahan organik tanah merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan kelangsungan hidup dari organisme tanah, sehingga peningkatan bahan organik tanah di areal tailing sangat dibutuhkan untuk menjaga, mempertahankan serta meningkatkan jumlah dan jenis organisme tanah. Selain itu, penanaman jenis-jenis tanaman yang mudah terdekomposisi di areal tailing merupakan salah satu alternatif yang dapat meningkatkan jumlah dan jenis organisme tanah serta menjaga keseimbangan dan kestabilannya.

### KESIMPULAN

Jumlah organisme tanah di areal tailing dan sekitarnya tergolong sedang-tinggi. Organisme tanah baik makro maupun mikro terdapat di areal tailing dan sekitarnya dengan rata-rata jumlah dan populasi mikroorganisme tanah di areal tailing dan sekitarnya adalah  $16.46 \times 10^5$  (bakteri),  $11.57 \times 10^5$  (jamur) dan  $9.78 \times 10^4$  (aktinomisetes) CFU/ per gram tanah kering. Terdapat 10 jenis bakteri yaitu *Nitrosomonas* sp, *Clostridium* sp, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Thiobacillus* sp, *Arthrobacter* sp, *Desulfovibrio* sp, *Serratia marcescens*, *Chromobacterium violaceum*, dan *Pseudomonas* sp, 4 jenis jamur yaitu *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus* sp, *Aspergillus niveus*, dan *Penicillium chrisogenum*, serta 3 jenis aktinomisetes yaitu *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Salmonella typhimurium*. Sebagian besar bakteri dan jamur yang ditemukan merupakan mikroorganisme pelapuk bahan organik khususnya pelapuk selulosa dan pelarut fosfat. Keanekaragaman hayati mikroorganisme tanah yang meliputi jumlah, penyebaran serta jenis-jenis organisme yang ada di areal tailing dan sekitarnya menunjukkan bahwa areal tailing juga merupakan salah satu habitat

yang baik dan tidak bersifat toksik bagi mikroorganisme tanah yang tidak berbeda dengan habitat alamiah lainnya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak PT Freeport Indonesia atas bantuan dana penelitian maupun penulisan paper ini melalui Proyek Kerjasama PTFI-UNIPA Manokwari.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley & Sons, Inc., New York and London.
- Celentis Analytical. 2003. Biological soil test-definitions. e-lab.limited.  
[http://www.lifestyleblock.co.nz/general/sfs/213 Soil biological Testdefinition.htm](http://www.lifestyleblock.co.nz/general/sfs/213%20Soil%20biological%20Testdefinition.htm)
- Hanafiah, K.A., I. Anas, A. Napoleon, dan N. Ghoffar. 2005. Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah. Ed. 1, Cet. 1.-Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Horan, J. 1999. Acid Mine Drainage Experiment. Colorado Mine School.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroorganisme di Laboratorium*. Jakarta: P.T. Raja Grafindo Persada.
- Mahler A., dan N. Sabirin. 2008. Dari Grasberg sampai Amamapare: Proses Penambangan Tembaga dan Emas mulai Hulu Hingga Hilir. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Roper, M. M. and K. M. Ophel-Keller. 1997. Soil microflora as bioindicators of soil health In C. Pankhurst, B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta (eds). Biological Indicators of Soil Health. CAB International.
- Subba Rao, N.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi Kedua. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press) Jakarta
- Soepardi, G. 1979. Sifat dan Ciri Tanah I dan II. Bogor.

**Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-Alang terhadap  
Pertumbuhan, Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merrill), dan  
Keterjadian Penyakit Layu Sklerotium**

R. Eviyati<sup>1)</sup> dan Suskandini<sup>2)</sup>

1) Faculty of Agricultural, Swadaya Gunung Djati University, Cirebon

2) Faculty of Agricultural, Lampung University

Email: ratih\_hasanudin@yahoo.com

**ABSTRACT**

This research to determine the effect soil tillage and imperata mulch to soybean growth, yield and the disease incidence of Sclerotium. Experiments were conducted in Crop Seeds Research Center Plumbon Cirebon West Java. Research location at 17 meters above sea, regosol soil type and was done in March until June 2010. Research methods use the experimental with Random Design Group, consists of 12 combination treatments. Cultivation treatment (P) consists of 3 levels e.g: P0 (Without Soil Tillage), P1 (Minimum Soil Tillage) and P2 (Perfect Soil Tillage), while treatment imperata mulch consist of 4 levels, e.g M0 (No mulch) , M1 (imperata mulch 3 kg/ha), M2 (imperata mulch 6 kg/ha), M3 (imperata mulch 9 kg/ha). Each treatment is repeated 3 times. The conclusion of research are: the lowest plant height in 35 days after planting is 43,52 cm in combination without soil tillage and without imperata mulch, average number of trifoliolate leaves are 8 leaves, average number of productive branches are 14 per plant, average number of empty pods are 19 per plant, average number of full pods are 46 per plant, the weight of 100 dry grains are 10 g, the weight dry grain is 45 g per plant, and the highest disease incidence of Sclerotium Wilt in 10 and 21 days after planting occurred in combination without or minimum tillage with no mulch of imperata. The disease incidence is 40,0% in 10 days after planting and 13,33% in 21 days after panting.

Keyword: Soil tillage, imperata mulch, *Sclerotium*

**PENDAHULUAN**

Kedelai merupakan bahan pangan yang digunakan oleh industri makanan menjadi bahan baku untuk kecap, tempe, tauco, tahu, susu, dan biskuit. Departemen Pertanian memperkirakan tahun 2010 kebutuhan konsumsi kedelai mencapai 2,8 juta ton. Sementara itu, pada saat yang sama, produksi dalam negeri hanya 1,2 juta ton. Produksi kedelai di Indonesia masih tergolong rendah, hal ini disebabkan karena pengolahan tanah yang kurang sempurna, pemupukan yang

kurang tepat, serangan hama penyakit dan gulma serta mutu benih yang kurang baik (Departemen Pertanian, 2007). Kerusakan tanah akibat pengolahan tanah dapat diminimalisir dengan penggunaan mulsa. Mulsa merupakan bahan anorganik (plastik bening dan mulsa plastik hitam perak) maupun organik (jerami padi, brangkasan jagung, brangkasan kedelai, daun pisang dan rumput-rumputan) yang dihamparkan di permukaan tanah untuk mengurangi kehilangan air melalui penguapan, untuk menekan pertumbuhan gulma, serta menutup lapisan atas tanah supaya tidak terjadi perkembangan patogen tular tanah (Hill dalam Fahrurrozi *et al.*, 2000).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengolahan tanah dan takaran mulsa alang-alang terhadap pertumbuhan, hasil kedelai, dan keterjadian layu sklerotium (*Glycine max* L. Merrill).

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Benih Palawija (BPBP) Plumbon Cirebon Jawa Barat yang berjenis tanah regosol. Percobaan dilaksanakan bulan Maret sampai Juni 2010

### **Metode Penelitian**

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 12 kombinasi perlakuan dan masing-masing diulang tiga kali. Perlakuan pengolahan tanah (P) terdiri dari 3 taraf yaitu P0 (Tanpa Olah Tanah), P1 (Olah Tanah Minimum) dan P2 (Olah Tanah Sempurna), perlakuan mulsa alang-alang terdiri dari 4 taraf yaitu M0 (Tanpa Mulsa), M1 (Dosis Mulsa Alang-alang 3kg/ha), M2 (Dosis Mulsa Alang-alang 6kg/ha), M3 (Dosis Mulsa Alang-alang 9kg/ha).

Pengolahan tanah dilakukan dua minggu sebelum penanaman kedelai. Gulma yang tumbuh disemprot dengan herbisida. Setelah gulma kering dan mati kemudian lahan diolah dengan tiga cara pengolahan tanah (Olah Tanah Sempurna,

Olah Tanah Minimum dan Perlakuan Tanpa Olah Tanah). Pada olah tanah sempurna tanah diolah sebanyak dua kali dan diratakan, pada olah tanah minimum tanah hanya diolah satu kali, sedangkan tanpa pengolahan tanah dibersihkan dari gulma. Kemudian dibuat petakan dengan ukuran 2m x 1,2m, jarak antar tanaman 20 x 40 cm. Tiap lubang ditanami tiga benih kedelai yang diberi Furadan 3G. Pemupukan dilakukan bersamaan pada saat tanam, dengan dosis Urea 50 kg/ha, SP-18 100 kg/ha, dan KCl 75 kg/ha. Keterjadian Penyakit dengan rumus jumlah tanaman sakit dibagi dengan jumlah tanaman yang diamati. Komponen pertumbuhan, hasil kedelai, dan keterjadian penyakit layu sklerotium dianalisis dengan Uji F pada taraf 5 %, dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan Uji gugus ScottKnot.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Tinggi Tanaman

Pengolahan tanah dan takaran mulsa alang-alang menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap rata-rata tinggi tanaman pada umur 21, 28, dan 35 HST (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang Terhadap Rata-Rata Tinggi Tanaman pada Umur 21, 28, dan 35 HST

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Umur:		
	21 HST	28 HST	35 HST
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa)	21,61 a	30,22 a	43,52 a
B (P0 + M1(3 ton/ha)	27,17 b	35,34 b	47,09 b
C (P0 + M2 (6 ton/ha)	28,40 b	38,11 b	50,02 c
D (P0 + M3 (9 ton/ha)	28,50 b	37,57 b	49,77 c
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa)	23,70 a	32,31 a	48,13 c
F (P1 + M1 (3 ton/ha)	27,77 b	35,57 b	48,79 c
G (P1 + M2 (6 ton/ha)	29,10 b	36,95 b	49,23 c
H (P1 + M3 (9 ton/ha)	29,47 b	38,20 b	49,57 c
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa)	23,40 a	31,96 a	47,13 b
J (P2 + M1 (3 ton/ha)	27,47 b	37,05 b	49,24 c
K (P2+ M2 (6 ton/ha)	29,57 b	38,17 b	49,93 c
L ( P2 +M3(9 ton/ha)	30,03 b	38,29 b	51,08 c

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Fahrurrozi *et al.* (2000) menyatakan bahwa penggunaan mulsa organik dapat mencegah penguapan air tanah, meningkatkan agregasi, porositas, dan bahan organik tanah, mencegah pencucian hara, mengendalikan kelembaban tanah,



melindungi agregat tanah dari daya rusak butiran air hujan. Dengan meningkatnya kadar air di dalam tanah absorpsi dan transformasi unsur hara maupun air dalam tanah lebih baik sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman lebih baik.

#### b. Jumlah Daun Trifoliata

Pengolahan tanah dan takaran mulsa alang-alang menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap rata-rata jumlah daun trifoliata pada umur 21 HST, sedangkan pada umur 28 dan 35 HST menunjukkan pengaruh yang tidak nyata (Tabel 2)

Tabel 2. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang Terhadap Jumlah Daun Trifoliata pada Umur 21, 28, dan 35 HST

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun Trifoliata (cm) Umur:		
	21 HST	28 HST	35 HST
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa)	2,80 a	4,80 a	7,20 a
B (P0 + M1(3 ton/ha)	3,27 b	5,27 a	7,67 a
C (P0 + M2 (6 ton/ha)	3,60 b	5,53 a	8,40 a
D (P0 + M3 (9 ton/ha)	3,33 b	5,67 a	8,73 a
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa)	3,07 a	5,27 a	7,80 a
F (P1 + M1 (3 ton/ha)	3,40 b	5,20 a	7,47 a
G (P1 + M2 (6 ton/ha)	3,47 b	5,53 a	8,20 a
H (P1 + M3 (9 ton/ha)	3,40 b	5,67 a	9,00 a
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa)	3,00 a	5,07 a	7,87 a
J (P2 + M1 (3 ton/ha)	3,40 b	5,20 a	7,53 a
K (P2+ M2 (6 ton/ha)	3,67 b	5,47 a	7,33 a
L ( P2 +M3(9 ton/ha)	3,73 b	5,20 a	9,00 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Perlakuan tanpa mulsa menyebabkan penguapan air tanah dan pencucian hara akibat hujan terjadi lebih tinggi sehingga bibit kedelai pada masa vegetatif tersebut terganggu pertumbuhannya menjadi tidak seragam. Fahrurrozi *et al.* (2000), menyatakan bahwa penggunaan mulsa organik dapat mencegah penguapan air tanah dan mencegah pencucian hara.

#### c. Jumlah Cabang Produktif

Pengolahan tanah dan pemberian mulsa alang-alang tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah cabang produktif (Tabel 3)

Fase peralihan pertumbuhan vegetatif dan generatif yang ditandai dengan keluarnya bunga dari cabang produktif kedelai (42 HST) tidak dipengaruhi oleh pengolahan tanah maupun pemberian mulsa. Kedelai dapat tumbuh dengan baik

pada pengolahan tanah sempurna, minimum bahkan tanpa olah tanah (Fahrurrozi *et al.* 2000).

Tabel 3. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang terhadap Cabang Produktif Umur 42 HST

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Cabang Produktif (buah)
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa))	13,07 a
B (P0 + M1(3 ton/ha))	15,73 a
C (P0 + M2 (6 ton/ha))	15,27 a
D (P0 + M3 (9 ton/ha))	14,80 a
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa))	15,53 a
F (P1 + M1 (3 ton/ha))	12,87 a
G (P1 + M2 (6 ton/ha))	13,00 a
H (P1 + M3 (9 ton/ha))	13,27 a
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa))	13,20 a
J (P2 + M1 (3 ton/ha))	11,73 a
K (P2+ M2 (6 ton/ha))	13,27 a
L ( P2 +M3(9 ton/ha))	14,20 a

Keterangan : Angka rata-rata yang disertai huruf yang sama pada kolom di atas tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

#### d. Jumlah Polong Hampa per Tanaman

Pengolahan tanah dan pemberian dosis mulsa alang-alang tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah polong hampa (Tabel 4)

Tabel 4. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang terhadap Jumlah Polong Hampa per Tanaman

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Polong Hampa per Tanaman (buah)
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa)	19,07 a
B (P0 + M1(3 ton/ha)	13,07 a
C (P0 + M2 (6 ton/ha)	13,20 a
D (P0 + M3 (9 ton/ha)	18,87 a
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa)	19,80 a
F (P1 + M1 (3 ton/ha)	11,93 a
G (P1 + M2 (6 ton/ha)	16,40 a
H (P1 + M3 (9 ton/ha)	23,27 a
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa)	15,20 a
J (P2 + M1 (3 ton/ha)	13,13 a
K (P2+ M2 (6 ton/ha)	16,13 a
L ( P2 +M3(9 ton/ha)	17,80 a

Keterangan : Angka rata-rata yang disertai huruf yang sama pada kolom di atas tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

#### e. Jumlah Polong Isi per Tanaman

Pengolahan tanah dan takaran mulsa alang-alang berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi kedelai (Tabel 5). Semakin baik pengolahan tanah maka akan semakin baik pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Pengolahan tanah dapat memperbaiki struktur tanah, tata udara, pergerakan air tanah dan penetrasi akar tanaman ke dalam tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Penggunaan mulsa dapat menjaga kelembaban tanah, menjaga tanah dari daya rusak butiran air hujan, meniadakan pertumbuhan gulma sehingga dapat mengurangi terjadinya persaingan tanaman dalam memperoleh unsur hara yang berpengaruh terhadap jumlah polong isi per tanaman. Keadaan ini merupakan kondisi yang mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Fahrurrozi *et*

al. (2000) telah menyatakan bahwa pengolahan tanah dan penggunaan mulsa mempengaruhi jumlah polong isi per tanaman dan berat biji kering.

Tabel 5. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang terhadap Jumlah Polong Isi per Tanaman

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Polong Isi per Tanaman (buah)
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa))	34,60a
B (P0 + M1(3 ton/ha))	38,47 a
C (P0 + M2 (6 ton/ha))	41,07 a
D (P0 + M3 (9 ton/ha))	43,13 a
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa))	42,87 a
F (P1 + M1 (3 ton/ha))	39,27 a
G (P1 + M2 (6 ton/ha))	43,60 a
H (P1 + M3 (9 ton/ha))	45,53 b
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa))	47,40 b
J (P2 + M1 (3 ton/ha))	49,27 b
K (P2+ M2 (6 ton/ha))	49,20 b
L ( P2 +M3(9 ton/ha))	49,67 b

Keterangan : Angka rata-rata yang disertai huruf yang sama pada kolom di atas tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

#### f. **Bobot Biji Kering**

Pengolahan tanah dan pemberian dosis mulsa alang-alang tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot 100 butir biji kering (Tabel 6). Hidayat Susangka (1986) menyatakan bahwa jumlah polong tiap tanaman dan ukuran biji yang terbentuk ditentukan oleh faktor genetik., sehingga bobot 100 biji kedelai varietas Kaba telah sesuai dengan potensi hasil varietas tersebut.

Namun demikian pengolahan tanah dan takaran mulsa alang-alang berpengaruh nyata terhadap rata-rata bobot biji kering per tanaman (Tabel 7). Menurut Hanafiah dalam Fahrurrozi *et al.* (2000) penggunaan mulsa alang-alang pada tanaman sebagai salah satu jenis mulsa organik dapat meningkatkan hasil dan berat biji kering tanaman kedelai. Selanjutnya menurut Sutidjo (1986), bahwa pengolahan tanah dapat memperbaiki daerah perakaran, meningkatkan ketersediaan air, sehingga dapat menghasilkan produksi yang lebih tinggi.

Tabel 6. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang Terhadap Bobot 100 Butir Biji Kering

Perlakuan	Bobot 100 Butir Biji Kering (g)
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa)	9,81 a
B (P0 + M1(3 ton/ha)	9,41 a
C (P0 + M2 (6 ton/ha)	9,48 a
D (P0 + M3 (9 ton/ha)	9,84 a
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa)	9,88 a
F (P1 + M1 (3 ton/ha)	9,36 a
G (P1 + M2 (6 ton/ha)	9,95 a
H (P1 + M3 (9 ton/ha)	10,24 a
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa)	10,06 a
J (P2 + M1 (3 ton/ha)	10,02 a
K (P2+ M2 (6 ton/ha)	10,05 a
L ( P2 +M3(9 ton/ha)	10,43 a

Keterangan : Angka rata-rata yang disertai huruf yang sama pada kolom di atas tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Tabel 7. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang terhadap Bobot Biji Kering per Tanaman

Perlakuan	Rata-rata Bobot Biji Kering per Tanaman (g)
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa)	33,50 a
B (P0 + M1(3 ton/ha)	34,91 a
C (P0 + M2 (6 ton/ha)	35,62 a
D (P0 + M3 (9 ton/ha)	35,37 a
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa)	36,42 b
F (P1 + M1 (3 ton/ha)	36,94 b
G (P1 + M2 (6 ton/ha)	37,47 b
H (P1 + M3 (9 ton/ha)	37,75 b
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa)	37,88 b
J (P2 + M1 (3 ton/ha)	38,15 b
K (P2+ M2 (6 ton/ha)	38,27 b
L ( P2 +M3(9 ton/ha)	38,34 b

Keterangan : Angka rata-rata yang disertai huruf yang sama pada kolom di atas tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

### g. Keterjadian Penyakit Layu Sklerotium

Layu Sklerotium menjadi kendala penanaman kedelai dan jenis kacang-kacangan di daerah Plumbon Cirebon Jawa Barat, terlebih penanaman pada saat terjadi hujan yang tidak lagi menentu seperti saat sekarang. Penanaman kedelai di saat curah hujan tinggi tetap dilakukan karena daerah Plumbon merupakan sentra produksi benih palawija pemasok kebutuhan Provinsi Jawa Barat. Tanaman kedelai berumur 10 HST menunjukkan layu menguning. Batang kedelai muda yang masih lemah membusuk dan tampak hifa jamur berwarna putih. Menurut Semangun (1991), hifa putih ini dapat bertahan dalam bentuk gumpalan berwarna coklat sebesar biji sawi jika suhu lingkungan tinggi dan kering seperti terjadi di musim kemarau. Pengendalian layu sklerotium dilakukan dengan pencabutan tanaman kedelai layu dan dilakukan penyulaman benih agar tidak terjadi ketidakseragaman pertumbuhan kedelai. Pada 21 HST masih terjadi layu sklerotium namun dengan keterjadian penyakit yang lebih rendah karena dilakukan perlakuan benih dengan bahan aktif benomil.

Tabel 8. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Takaran Mulsa Alang-alang Terhadap Keterjadian Penyakit Layu Sklerotium Kedelai umur 10, 21, dan 35 HST

Perlakuan	Keterjadian Layu Sklerotium		
	10 HST	21 HST	35 HST
A (P0 + M0 (Tanpa Mulsa)	40,0 a	13,3 a	-
B (P0 + M1(3 ton/ha)	30,0 b	6,6 b	-
C (P0 + M2 (6 ton/ha)	26,6 b	6,6 b	-
D (P0 + M3 (9 ton/ha)	26,6 b	3,3 c	-
E (P1 + M0 (Tanpa Mulsa)	37,0a	10,0 a	-
F (P1 + M1 (3 ton/ha)	26,6 b	3,3 c	-
G (P1 + M2 (6 ton/ha)	26,6 b	6,6 b	-
H (P1 + M3 (9 ton/ha)	23,3 b	3,3 c	-
I (P2+ M0 (Tanpa Mulsa)	30,0 b	10,0 a	-
J (P2 + M1 (3 ton/ha)	23,3 b	3,3 c	-
K (P2+ M2 (6 ton/ha)	23,3 b	3,3 c	-
L ( P2 +M3(9 ton/ha)	23,3 b	3,3 c	-

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

## KESIMPULAN

1. Pengolahan tanah dan takaran mulsa alang-alang memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan, hasil kedelai, dan Keterjadian Penyakit Layu Sklerotium.
2. Pertumbuhan tanaman kedelai terendah pada 35 HST pada perlakuan tanpa olah tanah dengan tanpa mulsa alang-alang, yaitu tinggi tanaman 43,52cm, jumlah daun trifoliolate 8 lembar per tanaman, cabang produktif 14 batang per tanaman, polong hampa 19 buah per tanaman, polong bernas 46 buah per tanaman, bobot 100 biji kering 10 g, bobot biji kering 45 g per tanaman dan Keterjadian Layu Sklerotium 40,0% pada 10 HST dan 13,33% pada 21 HST.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pertanian, 2007. *Data Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Tanaman Kedelai (2003-2007)*. Jawa Barat
- Fahrurrozi, B. Hermawan dan Latifah. 2000. *Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Berbagai Dosis Mulsa Alang-alang dan Pengolahan Tanah*. Jurnal Akta Agrosia Vol. 8 (1): 21-24
- Susangka, H. 1986. *Pengaruh Ukuran Benih dan Kedalaman Tanaman Terhadap Vigor dari Hasil Tanaman Kedelai*. Tesis Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Semangun. H. 1991. *Penyakit-penyakit Tanaman Pangan dan Palawija*. Penerbit Gajah Mada University Press. Yogyakarta

**PENGARUH BEBERAPA ISOLAT *Trichoderma* spp. PADA  
PERTUMBUHAN *IN VITRO* *Ganoderma boninense*, PENYEBAB  
PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis  
Guineensis*)**

**Titik Nur Aeny**

Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung

e-mail: [aeny@unila.ac.id](mailto:aeny@unila.ac.id)

**ABSTRACT**

*Effect of Trichoderma isolates on in vitro growth of Ganoderma boninense, the causal agent of foot rot disease of oil palm ((Elaeis guineensis).*

This research was aimed to study the effectivity of *Trichoderma* isolates to suppress in vitro growth of *Ganoderma boninense*, the causal agent of foot rot disease of oil palm. The study was conducted at the Laboratory of Plant Disease College of Agriculture University of Lampung, from March to July 2009. Treatments were arranged in completely randomized design. Treatments consisted of isolates of *T. viride*, *T. harzianum* and *T. koningii* from two different sources: oil palm and rubber fields, and one control. The assay for growth inhibition was performed on PDA medium by a dual culture method. Both the isolates of *Trichoderma* and *Ganoderma* were inoculated dually on PDA medium in Petri dishes 2-2.5 cm apart. The inhibition of actively growing *Ganoderma* by *Trichoderma* on PDA plates was quantified as the distance of radial growth in centimeters. The cultures were incubated at room temperature, and growth of *Ganoderma* towards and away from *Trichoderma* was allowed for 7 days incubation for each of four replicates. The percentage inhibition of the *Ganoderma* growth was calculated using the following formula:  $100 * (R1 - R2) / R1$ . Data of percentage inhibition were analyzed with analyses of variance continued with LSD test. The results showed that *T. harzianum* isolated from oil palm rhizosphere and *T. koningii* isolated from rubber field provided a statistically significant percentage of inhibition growth of *G. boninense*. However, the percentage of inhibition growth of both isolates was not significantly different from the other tested isolates.

Key words: *Trichoderma* spp., *Ganoderma boninense*, in vitro growth, percentage of inhibition

**PENDAHULUAN**

Serangan *Ganoderma boninense*, jamur penyebab penyakit busuk pangkal batang (*foot rot* atau *basal stem rot*), hingga saat ini masih merupakan masalah utama yang membatasi produksi kelapa sawit. Kerugian yang ditimbulkan oleh



penyakit ini sangat besar karena angka kematian tanaman dapat mencapai 50%. Kerugian akibat penyakit ini bukan hanya disebabkan oleh berkurangnya jumlah tanaman kelapa sawit di lapangan karena mati terserang, tetapi juga karena menurunnya berat dan jumlah buah dalam setiap tandan kelapa sawit. Pada tingkat serangan yang berat, penyakit ini dapat mengakibatkan tanaman menghasilkan buah yang lebih sedikit bahkan tidak berbuah sama sekali (Taniwiryo, 2007).

Beberapa teknik pengendalian telah dilakukan untuk mengatasi penyakit busuk pangkal batang tanaman kelapa sawit, tetapi hasilnya belum memuaskan. Penggunaan bahan kimia sintetik juga tidak efektif karena *Ganoderma* memiliki berbagai bentuk atau fase istirahat seperti basidiospora dan pseudosklerosia (Susanto *et al.*, 2005). Disamping itu, pestisida sintetik mempunyai pengaruh samping yang cukup besar karena dapat menyebabkan musnahnya musuh alami, timbulnya residu pestisida dalam tanaman, pencemaran lingkungan, dan sebagainya. Oleh karena itu, untuk mengurangi efek samping dari penggunaan pestisida dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang tanaman kelapa sawit digunakan pengendalian hayati. Pengendalian hayati (*biological control*) merupakan upaya pengurangan jumlah inokulum patogen menggunakan organisme lain yang bersifat antagonis (Cook and Baker, 1989), salah satu contohnya adalah *Trichoderma*. Jamur *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jamur yang sangat umum dijumpai dalam tanah dan merupakan jamur yang bersifat antagonistik terhadap jamur lain (Chet, 1987). Pengendalian secara hayati dengan menggunakan *Trichoderma* spp. telah banyak dilaporkan. Jamur ini sudah diaplikasikan dalam skala lapang di beberapa perkebunan besar kelapa sawit, dan hasilnya ternyata cukup memuaskan meskipun masih perlu ditingkatkan lagi. Selain menghambat pertumbuhan *G. boninense* (Susanto *et al.*, 2002), *Trichoderma* juga dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan beberapa jamur patogen tanah yang lain misalnya *Rigidiporus lignosus*, *Fusarium oxysporum*, *Rizoctonia solani*, dan *Sclerotium rolfsii* (Johnson and Curl, 1972 dalam Chet, 1987; Prasetyo *at al.*, 2009). *R. lignosus* telah banyak diketahui sebagai penyebab penyakit akar putih pada tanaman karet (Harmidi, 1993; Haryadi, 2009).

Pengendalian dengan menggunakan *Trichoderma* spp. diharapkan lebih efektif dan sekaligus bersifat ramah lingkungan. *Trichoderma* spp. mampu tumbuh baik dalam tanah di sekitar tanaman dan melindungi perakaran serta pangkal batang tanaman dari serangan jamur patogen. Pemanfaatan *Trichoderma* sebagai salah satu agens pengendali hayati didasarkan pada beberapa karakter yang dimiliki jamur antagonis tersebut, yaitu mampu menghasilkan metabolit gliotoksin dan viridin sebagai antibiotik, dapat mengeluarkan enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya (Chet, 1987), dan mempunyai kemampuan sebagai mikoparasit dan kompetitor yang kuat dengan patogen (Cook and Baker, 1989). Dengan adanya sifat-sifat tersebut, berbagai spesies *Trichoderma* telah dilaporkan mampu mengendalikan berbagai penyakit tanaman, termasuk penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit yang disebabkan oleh jamur *Ganoderma boninense* (Izzati *et al.*, 2008; Perelló *et al.*, 2007). Namun demikian, sejauh ini belum diketahui apakah spesies *Trichoderma* yang berbeda mempunyai keefektifan yang berbeda dalam mengendalikan *G. boninense*. Oleh karena itu, beberapa spesies atau isolat *Trichoderma* perlu diuji untuk mengetahui perbedaan keefektifannya dalam mengendalikan *G. boninense*. Sebelum dilakukan pengujian dalam skala lapang, perlu dilakukan terlebih dahulu pengujian antagonisme *Trichoderma* terhadap pertumbuhan *G. boninense* secara *in vitro*.

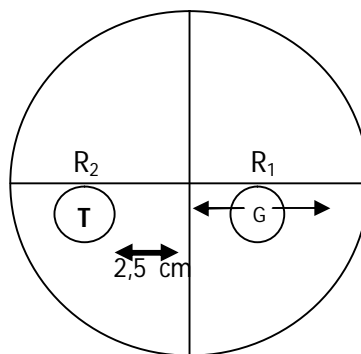
## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pelaksanaan percobaan dilakukan sejak Mei sampai dengan Juli 2009. Pada percobaan ini digunakan 3 spesies *Trichoderma* yang masing-masing berasal dari dua sumber yang berbeda yaitu dari tanah di sekitar perakaran kelapa sawit di Bekri Natar Lampung Selatan dan tanah di sekitar perakaran tanaman karet di Panumangan Tulangbawang Tengah.

Jamur *Trichoderma* spp. diisolasi dari tanah dan pemurniannya menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA), sedangkan jamur *Ganoderma boninense* diisolasi dari tubuh buah jamur yang diambil dari kebun kelapa sawit di Bekri Natar Lampung Selatan. Untuk mendapatkan biakan murninya, dilakukan isolasi dan penumbuhan pada media yang sama.

Uji kemampuan penghambatan *Trichoderma* spp. terhadap *G. boninense* secara *in vitro* menggunakan *T. viride* (Tv), *T. harzianum* (Th), dan *T. koningii* (Tk), yang masing-masing berasal dari dua sumber yang berbeda yaitu dari lahan perkebunan kelapa sawit dan dari lahan perkebunan karet. Dengan demikian terdapat enam isolat yang diantagoniskan dengan *G. boninense*. Sebagai kontrol (K) digunakan potongan cakram kertas saring yang direndam dalam air steril sebagai pengganti isolat *Trichoderma*. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas 7 perlakuan dengan 4 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5% (SAS Institute, 1988).

Pengujian antagonisme *Trichoderma* terhadap *G. boninense* secara *in vitro* dilakukan dengan metode dua kultur (*dual culture method*) dalam cawan Petri berisi media PDA (Mahadtanapuk *et al.*, 2007). Pada setiap cawan diletakkan potongan cakram (berdiameter 6mm) biakan murni dua jamur yang akan diantagoniskan, masing-masing terpisah dengan jarak 2 – 2,5 cm (Gambar 1). Setelah itu, semua cawan Petri yang berisi biakan *Trichoderma* spp. dan *G. boninense* tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama tujuh hari.



Gambar 1. Posisi inokulum *G. Boninense*(G) dan *Trichoderma* (T) dalam media cawan; T= biakan murni *Trichoderma* spp.; G = biakan murni *G. Boninense*.

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan koloni jamur *G. boninense* dan *Trichoderma* spp., setiap hari selama satu minggu. Pengukuran dilakukan terhadap jari-jari koloni *G. boninense* yang tumbuh menjauhi *Trichoderma* (R<sub>1</sub>)

dan yang mendekati/menjuju jamur *Trichoderma* spp. ( $R_2$ ). Dari data tersebut dapat dihitung persentase penghambatan, menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase penghambatan} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

$R_1$  = jari-jari koloni *G. boninense* yang ke arah menjauh dari jamur *Trichoderma* spp.

$R_2$  = jari-jari koloni jamur *G. boninense* yang ke arah mendekati jamur *Trichoderma* spp.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

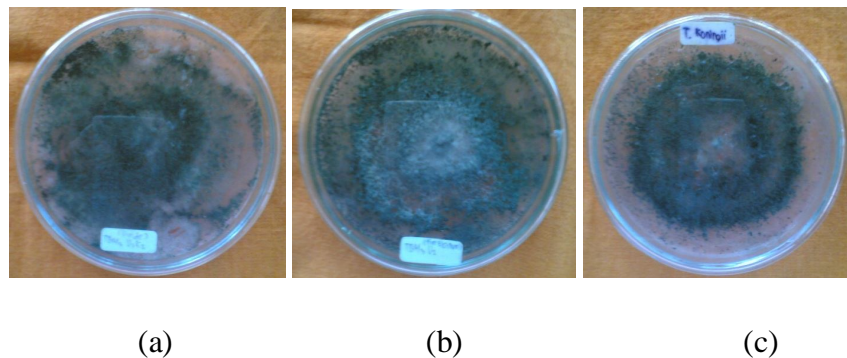
Koloni jamur *Ganoderma boninense* yang telah direisolasi dan dimurnikan pada media PDA mempunyai permukaan berwarna putih dan bertekstur halus seperti kain wol. Ciri-ciri tersebut sesuai dengan deskripsi oleh Latifah and Ho (2005) (Gambar 2). Pertumbuhan jamur *G. boninense* pada media PDA relatif lambat, yaitu membutuhkan waktu 15 - 40 hari untuk tumbuh memenuhi seluruh permukaan cawan petri yang berdiameter 9,0 cm. Sementara itu, *Trichoderma* spp. hanya membutuhkan waktu 7 - 9 hari untuk tumbuh menutupi permukaan media cawan.



Gambar 2. Koloni jamur *Ganoderma boninense* dalam cawan Petri pada 20 hari setelah isolasi

Dari hasil isolasi dan identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis terhadap isolat-isolat *Trichoderma* yang berasal dari lahan sawit dan karet, diambil tiga spesies jamur *Trichoderma* yaitu *T. viride*, *T. harzianum* dan *T.*

*koningii*, dan digunakan dalam pengujian antagonisme. Secara makroskopis, ketiga spesies jamur ini agak sulit dibedakan hanya berdasarkan warna koloninya, karena perubahan warna dari putih atau abu-abu menjadi hijau dengan tingkatan yang bervariasi sangat sulit dibedakan satu sama lain (Gambar 3). Pencirian ketiga spesies jamur *Trichoderma* harus dilakukan dengan lebih cermat melalui pengamatan secara mikroskopis, dan dibandingkan dengan ciri-ciri yang telah diuraikan oleh Cook and Baker (1989).



Gambar 3. Pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma viride* (a), *Trichoderma harzianum* (b), dan *Trichoderma koningii* (c) pada 7 hari setelah inokulasi.

Hasil pengujian antagonisme menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni *G. boninense* menjadi sangat terhambat bila ditumbuhkan bersama dengan *Trichoderma spp.* Pada kontrol, yaitu potongan cakram koloni *Ganoderma* yang disandingkan dengan kertas saring steril, pertumbuhan *Ganoderma* tampak jelas dari bertambahnya ukuran diameter koloni (Gambar 4). Tetapi, pada perlakuan potongan cakram koloni *Ganoderma* yang disandingkan dengan koloni *Trichoderma* terlihat adanya penghambatan pertumbuhan koloni *Ganoderma*, terutama pada bagian yang ke arah atau berdekatan dengan koloni *Trichoderma* (Gambar 5).



Gambar 4. Pertumbuhan koloni *Ganoderma* sp. pada kontrol (tanpa *Trichoderma* spp.) pada 3, 5, dan 7 hari setelah inokulasi.



Gambar 5. Pertumbuhan koloni *Ganoderma* sp. pada perlakuan dengan *Trichoderma* sp. pada 3, 5, dan 7 hari setelah inokulasi.

Terhambatnya pertumbuhan *Ganoderma* oleh *Trichoderma* spp. diduga bukan semata-mata karena kecepatan pertumbuhan *Trichoderma* yang lebih cepat, tetapi juga karena kemampuan *Trichoderma* sebagai antagonis jamur lain yang bersifat patogen. *Trichoderma* mempunyai kemampuan sebagai mikoparasit dan kompetitor yang kuat dari patogen (Cook and Baker, 1989). Disamping itu, *Trichoderma* juga menghasilkan enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya (Chet, 1987). Oleh karena itu, pertumbuhan koloni *G. boninense* bersamaan dengan jamur *Trichoderma* spp. menjadi terhambat (Tabel 2).

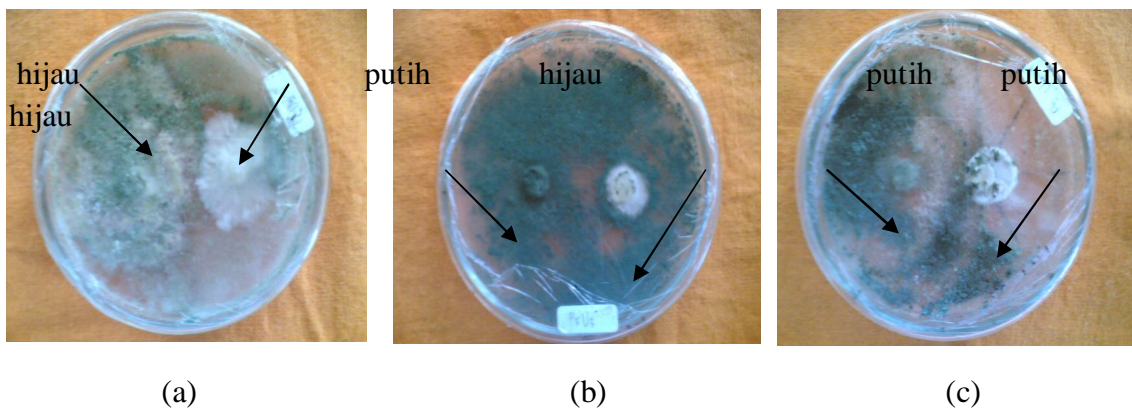
Tabel 2. Rerata pertumbuhan koloni *Ganoderma boninense* yang diantagoniskan dengan jamur *Trichoderma* pada 7 hari setelah inokulasi

Nama Isolat	Rerata jari-jari (cm) koloni <i>G. boninense</i>				Rerata	
	1	2	3	4		
Tanpa <i>Trichoderma</i>	2,42	1,65	1,92	2,05	2,01	a
<i>T. viride</i> 1	1,07	0,00	0,04	0,44	0,39	b
<i>T. viride</i> 2	0,55	0,00	0,00	0,07	0,16	b
<i>T. harzianum</i> 1	0,74	0,41	0,4	0,47	0,51	b
<i>T. harzianum</i> 2	0,06	0,00	0,05	0,35	0,12	b
<i>T. koningii</i> 1	0,44	0,05	0,00	0,09	0,15	b
<i>T. koningii</i> 2	0,39	0,39	0,3	0,41	0,37	b

Keterangan: Nilai dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji BNT dengan  $\alpha=5\%$ ; 1= isolat dari lahan sawit; 2= isolat dari lahan karet

Semua isolat *Trichoderma* yang digunakan pada percobaan ini dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense* (Tabel 2). Akan tetapi, perbedaan asal isolat maupun spesies *Trichoderma* tidak menunjukkan pengaruh penghambatan yang berbeda satu sama lain.

Pada pengujian antagonisme jamur *Trichoderma* spp. (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. koningii*) terhadap *G. boninense*, semua isolat *Trichoderma* tumbuh dengan baik dan bahkan sampai menutupi permukaan jamur *G. boninense*. Sebaliknya, koloni jamur *Ganoderma* tidak berkembang atau bahkan pertumbuhannya terhambat atau dibatasi oleh *Trichoderma* (Gambar 6).



Gambar 6. Antagonisme antara jamur *T. viride* (a), *T. harzianum* (b), dan *T. koningii* (c) (koloni hijau) dengan jamur *G. boninense* (koloni putih) pada 7 hari setelah inokulasi.

Hasil pengujian sidik ragam terhadap data persentase penghambatan dua isolat dari masing-masing tiga spesies *Trichoderma* yang berbeda, yaitu *T. viride*, *T. harzianum* dan *T. koningii* isolat lahan kelapa sawit Bekri dan isolat lahan karet Panumangan terhadap *G. boninense* membuktikan bahwa *Trichoderma* dapat menghambat pertumbuhan jamur penyebab busuk pangkal batang kelapa sawit tersebut. Tetapi, pada pengujian lanjutan hanya isolat *T. harzianum* dari lahan kelapa sawit dan *T. koningii* dari lahan karet yang secara nyata mempunyai persentase penghambatan yang lebih tinggi, yaitu lebih besar dari 50% (Tabel 3). Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian-penelitian yang terdahulu (Susanto *et al.*, 2005; Izzati *et al.*, 2008), bahwa *T. harzianum* terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. Efri *et al.* (2009) melaporkan bahwa *T. harzianum* dapat menghambat *Phytophthora capsici* dan mampu bertahan pada filosfer tanaman jagung.

*Trichodera. koningii* dilaporkan dapat mengendalikan jamur tanah *Rigidoporus lignosus* (Haryadi, 2009) dan mampu tumbuh baik pada tanah masam (Prasetyo *et al.*, 2009). Ternyata, *T. koningii* yang diisolasi dari lahan karet juga terbukti mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense*, yang juga merupakan jamur tanah.

Tabel 3. Persentase daerah penghambatan jamur *Ganoderma boninense* oleh beberapa isolat jamur *Trichoderma* spp. pada 7 hari setelah inokulasi.

Nama isolat	Rerata persentase penghambatan	
<i>T. viride</i> isolat 1	43,53	a b
<i>T. viride</i> isolat 2	33,13	a b
<i>T. harzianum</i> isolat 1	55,31	a
<i>T. harzianum</i> isolat 2	46,26	a b
<i>T. koningii</i> isolat 1	39,32	a b
<i>T. koningii</i> isolat 2	59,97	a

Keterangan: Nilai dalam kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji BNT dengan  $\alpha=5\%$ ; 1 = isolat berasal dari lahan sawit; 2 = isolat dari lahan karet.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan masing-masing spesies *Trichoderma* dalam mengendalikan jamur patogen *Ganoderma* berbeda-



beda. Hal ini kemungkinan karena morfologi dan fisiologi masing-masing spesies yang juga berbeda-beda. Dari beberapa laporan penelitian diketahui bahwa *T. harzianum* dan *T. koningii* merupakan dua spesies *Trichoderma* yang telah banyak digunakan dalam usaha pengendalian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit yang disebabkan oleh *G. boninense* (Izzati *et al.*, 2008; Anonim, 2008b; Perelló *et al.*, 2007). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan sifat atau kemampuan kedua spesies *Trichoderma* tersebut dalam menekan perkembangan *Ganoderma*. Dari beberapa spesies yang diketahui, *T. harzianum* merupakan salah satu contoh yang paling banyak dipelajari karena memiliki aktivitas antifungal yang tinggi. Dalam mengendalikan *Ganoderma*, *T. harzianum* mempunyai kemampuan lebih baik dibandingkan dengan *Bacillus* sp. (Susanto *et al.*, 2005). Chet (1987) telah menguraikan bahwa *T. harzianum* mampu memproduksi enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dan kitinase yang dapat menyebabkan eksolisis hifa inang. Danielson and Davey (2002) melaporkan bahwa *T. harzianum* dapat memproduksi enzim litik dan antibiotik antifungal, dapat berkompetisi dengan patogen, dapat membantu pertumbuhan tanaman, dan memiliki kisaran penghambatan yang luas karena dapat menghambat berbagai jenis fungi. *T. harzianum* juga dapat memproduksi berbagai metabolit seperti asam sitrat, etanol, dan berbagai enzim seperti urease, selulase, glukanase, dan kitinase, tergantung pada kandungan nutrisi yang terdapat dalam media pertumbuhannya. *T. koningii* selain menghambat *G. boninense*, juga telah dilaporkan dapat mengendalikan jamur tanah lain yaitu jamur akar putih pada tanaman karet (Jayasuriya and Thenakoon, 2007; Prasetyo *et al.*, 2009; Anonim, 2010). Untuk memperkuat persaingannya dengan patogen, *T. koningii* mengeluarkan antibiotik (Anonim, 2008b).

## KESIMPULAN

Isolat *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *T. koningii* dapat menghambat pertumbuhan jamur *Ganoderma boninense* secara *in vitro*, tetapi pengaruh antar isolat *Trichoderma* tidak berbeda satu sama lain. Isolat *T. harzianum* yang berasal dari lahan kelapa sawit dan *T. koningii* yang berasal dari lahan karet cenderung

mempunyai persentase penghambatan yang lebih baik dari isolat-isolat *Trichoderma* lainnya.

## SANWACANA

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Subli Mujim dan Ir. Sudiono, M.S. atas saran-saran untuk perbaikan tulisan ini, serta kepada Hairia Anggun Sinia, S.P. yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

## AFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008a. *Biofungisida Trichoderma harzianum*. <http://members.tripod.com/~bioindustri>. Diakses pada 3 Maret 2009.
- Anonim. 2008b. *Biofungisida Marfu Pengendali Jamur Ganoderma boninense*. <http://spksinstiper.wordpress.com/2008/04/16/biofungisida-marfu-pengendali-jamur-ganoderma-boninense>. Diakses pada 21 April 2010.
- Anonim. 2010. Jamur Akar Putih VS Jamur *Trichoderma* spp. [http://ditjenbun.deptan.go.id/perindungan/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56%3Ajamur-akar-putih-vs-jamur-trichoderma](http://ditjenbun.deptan.go.id/perindungan/index.php?option=com_content&view=article&id=56%3Ajamur-akar-putih-vs-jamur-trichoderma). Diakses 10 Juni 2010.
- Chet I (Ed.). 1987. *Innovative Approaches to Plant Diseases Control*. John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication, USA.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1989. *The Nature on Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. ABS press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota.
- Danielson, R.M. and C.B. Davey. 2002. Non nutritional factors affecting the growth of *Trichoderma* in culture. *Soil Biol Chem* 5:495-504.
- Efri, J. Prasetyo and R. Suharjo. 2009. Skrining dan uji antagonisme jamur *Trichoderma harzianum* yang mampu bertahan di filosfer tanaman jagung. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 9 (1): 121 – 129.
- Harmidi, S. 1993. Pemberantasan Jamur Akar Putih dengan *Trichoderma*. Pusat Penelitian Karet. *Warta Perkebunan*. 12(1): 17 – 22.
- Haryadi, U. 2009. Agensia hayati Oud untuk Mengendalikan Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet dengan Merk Dagang ANJAP-P. <http://erlanardianarismansyah.wordpress.com/2009/12/23/agensia-hayati-trichoderma-koningii>.
- Izzati, N.A., M. Zainudin and F. Abdullah. 2008. Disease Suppression in *Ganoderma*-infected Oil Palm Seedlings Treated with *Trichoderma harzianum*. *Plant Protection Science*, 44 (3):101-107.
- Jayasuriya, K.E. and B.I. Thenakoon. 2007. Biological control of *Rigidoporus microporus*, the cause of white rot disease in rubber. *Ey. J. Sci. (Bio.Ci.)* 36(1): 9 – 16.

- Latiffah, Z. and Y.W. Ho. 2005. Morphological Characteristics and Somatic Incompatibility of *Ganoderma* from Infected Oil Palm from Three Inland Estates. *Malaysian Journal of Microbiology* 1 (2):46-52.
- Mahadatanapuk S, M Sanguansersmri, RW Cutler, V Sardud and S Anuntalabhochai. 2007. Control of Anthracnose Caused by *Colletotrichum musae* on *Curcuma alismatifolia* Gagnep. using Antagonistic *Bacillus* spp. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 2 (2): 54-61.
- Perello, A., V. Moreno, C. Mónaco and M.R. Simón. 2008. Effect of *Trichoderma* spp. isolates for biological control of tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis* under field conditions in Argentina. *BioControl* 53: 895- 904.
- Prasetyo J., T.N. Aeny, and R. Suharjo. 2009. The correlation between white rot (*Rigidoporus lignosus* L.) incidence and soil characters of rubber ecosystem in Oanumangan Baru Lampung. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 9 (1): 149 – 157.
- SAS Institute. 1988. Copyright (c) 1989-1996 by SAS Institute Inc.
- Susanto A, Sudharto P. dan Daisy T. 2002. Hiperparasitisme beberapa agens biokontrol terhadap *G. boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. *Jurnal* Vol.10 No.2-3 2002. Diakses pada 10 Maret 2009.
- Susanto A., P.S. Sudharto and R.Y. Purba. 2005. Enhancing biological control of basal stem rot disease (*Ganoderma boninense*) in oil palm plantations. *Mycopathologia*. 159 (1): 153-157.
- Taniwiryo D. 2007. *Hati-hati Melakukan "Underplanting" di Sawit.* <http://www.litbang.deptan.go.id/artikel/>. Diakses pada 23 Maret 2009.

## Diskusi

1. Pertanyaan (Dr. Maria Viva Rini, FP Universitas Lampung)  
Apakah istilah untuk foot rot sama dengan basal stem rot? Gejala busuk pangkal batang pada kelapa sawit biasanya muncul seetelah penyakit berkembang cukup dalam. Jadi untuk pengendaliannya seperti apa?
2. Pertanyaan (Ir. Dodin Koswanudi, M.S., BB Biogen Bogor):  
Ganoderma menjadi masalah besar pada kelapa sawit dimana-mana. Teknologi apa saja yang bisa dipadukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal?

## Jawaban

1. Istilah untuk foot rot sama dengan basal stem rot, sering digunakan untuk merujuk gejala yang sama. Aplikasi *Trichoderma* dapat dilakukan dengan cara

menyebarkan pada lingkaran sekitar pangkal batang, terutama dilakukan pada tanaman yang masih muda. Hal ini ditujukan untuk pencegahan penyakit.

2. Pengendalian penyakit memang seharusnya dilakukan secara terpadu, yaitu menggunakan beberapa cara yang *compatible*. Misalnya, cara kultur teknis dengan membuat paritan di sekitar pertanaman dan pengaplikasian jamur antagonis *Trichoderma* pada lubang tanam atau di sekitar pangkal batang.

# **PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM PISANG MENGUNAKAN KOMPOS YANG DIPERKAYA DENGAN PSEUDOMONAD FLUORESEN DAN FUSARIUM NONPATOGENIK**

Suryanti, Arif Wibowo, Christanti Sumardiyono, Dadan Moh. Ramdan  
Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta

## **ABSTRACT**

Fusarium wilt of bananas caused by soil borne pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, is one of the most devastating diseases of banana in the tropics. This research was aimed to determine the ability of compost enriched nonpathogenic fusarium (FNP) and pseudomonad fluorescent to suppress fusarium wilt disease on banana. The green house test were conducted using Ambon Kuning variety. The banana seedling planted in compost enriched antagonist and inoculated *F.o. cubense*. The result showed that the compost enriched with nonpathogenic fusarium and fluorescent pseudomonad have ability as alternative technology to control fusarium disease on banana. The plant treated with compost enriched antagonist have the longer of incubation period. The compost enriched antagonist able to suppress the symptom development of fusarium wilt on banana seedling.

Key words: fusarium wilt banana, compost, fluorescent pseudomonad, nonpathogenic fusarium

## **PENDAHULUAN**

Pisang adalah komoditas hortikultura yang penting dan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Ekspor pisang diharapkan akan meningkatkan devisa negara dan pendapatan petani. Produksi pisang yang optimal belum dapat dicapai karena permasalahan penyakit yang belum dapat ditangani dengan tuntas.

Penyakit layu fusarium pada pisang yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* merupakan penyakit yang sangat sulit dikendalikan karena patogen mampu bertahan di dalam tanah untuk waktu cukup lama tanpa adanya tanaman inang dengan cara membentuk struktur tahan berupa klamidospora.

Kerusakan karena penyakit ini dari tahun ke tahun terus meningkat. Sampai dengan Desember 2002 kerusakan pisang karena penyakit layu di Sumatra Utara mencapai 282.512 rumpun, sedangkan di Sumatra Barat mencapai 623.611

rumpun. Kerusakan untuk seluruh Indonesia adalah 1.373.334 rumpun (Anonim, 2003).

Sampai saat ini belum ditemukan cara pengendalian yang efektif dan aman bagi lingkungan maupun konsumen. Kultivar pisang yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan tahan terhadap penyakit ini belum diketemukan. Kultivar Ambon Kuning sangat rentan terhadap penyakit layu fusarium (Widyaningsih *et al.*, 1998). Pengendalian secara kimia tidak mungkin dilakukan karena akan mencemari lingkungan.

Bakteri golongan *fluorescent pseudomonads* telah banyak diteliti dan mampu digunakan sebagai agen pengendali patogen-patogen tular tanah. Sumardiyono dan Suryanti (1999) menunjukkan bahwa *fluorescent pseudomonads* yang diisolasi dari perakaran *Mimosa* sp. mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* secara *in vitro*. *Fluorescent pseudomonads* telah berhasil menurunkan intensitas penyakit layu fusarium pisang dari 43,75 menjadi 12,5% di rumah kaca (Sumardiyono *et al.*, 2001). Sivamani and Gnanamanickam (1988) menunjukkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* salah satu anggota dari *fluorescent pseudomonads* mampu mengendalikan penyakit layu fusarium pada pisang hingga 4 minggu setelah inokulasi. Mitchel and Alexander (1962, dalam Marois, 1990) melaporkan bahwa aktivitas bakteri *Pseudomonas* dalam tanah akan terpacu jika dilakukan penambahan khitin di dalam tanah. Bakteri ini akan menghasilkan enzim khitinase yang akan menurunkan populasi *F. oxysporum* f. sp. *cubense*.

Pengendalian penyakit layu fusarium dengan isolat fusarium nonpatogenik telah berhasil pada beberapa tanaman pertanian seperti tomat, ketimun, semangka (Mandeel and Baker, 1991; Larkin *et al.*, 1996; Fuchs *et al.*, 1997). Wibowo (2003) menunjukkan bahwa mekanisme pengendalian penyakit layu fusarium oleh isolat fusarium nonpatogenik adalah kompetisi nutrisi dan tempat infeksi di sekitar perakaran tanaman serta terjadinya pengimbasan ketahanan tanaman oleh isolat nonpatogenik tersebut (Hervas *et al.*, 1997).

Pengendalian penyakit layu fusarium pada *Linum usitassimum* dengan kombinasi fusarium nonpatogenik dan *Pseudomonas putida* salah satu anggota dari *fluorescent pseudomonads* memberikan hasil yang lebih memuaskan

dibandingkan apabila kedua mikroorganisme antagonis tersebut diaplikasikan secara individual (Duiff *et al.*, 1999).

Kompos telah biasa digunakan oleh petani dalam budidaya pertaniannya. Kompos yang diperkaya dengan *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik diharapkan mudah diaplikasikan dan dapat menurunkan intensitas penyakit layu fusarium pada pisang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian UGM.

### **A. Uji kemampuan bertahan *fluorescent pseudomonads* dalam kompos**

Kompos sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disterilkan dengan dikukus secara bertingkat. Setelah dingin kompos diinokulasi dengan 5 ml kultur cair *fluorescent pseudomonads* Pf 217 kemudian diinkubasikan. Pengamatan populasi *fluorescent pseudomonads* dilakukan pada satu minggu, 2 minggu, 1 bulan, dan 2 bulan setelah inokulasi. Reisolasi *fluorescent pseudomonads* dilakukan dengan melarutkan : 1 g kompos dalam 100 ml air steril dan dilakukan seri pengenceran sampai 5 kali. Masing-masing suspensi diendapkan selama 5 menit kemudian diambil cairan di atasnya sebanyak 100 µl dan diratakan dengan L glass di atas medium King's B dalam cawan petri. Inkubasi dilakukan selama 48 jam, populasi *fluorescent pseudomonads* diamati di bawah lampu UV. Bakteri yang berfluorosensi adalah *fluorescent pseudomonads* Pf 217. Populasi bakteri yang tumbuh dianalisis dengan CRD, uji beda nyata dengan DMRT pada aras 5%.

### **B. Uji kemampuan bertahan fusarium nonpatogenik pada kompos**

Kompos sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam kantong plastik disterilkan dengan sterilisasi bertingkat tiga kali dengan dikukus. Kompos steril kemudian diinokulasi dengan 5 ml kultur cair fusarium nonpatogenik, kemudian diinkubasikan. Pengamatan populasi fusarium nonpatogenik dilakukan pada 1 minggu, 2 minggu, 1 bulan, dan 2 bulan setelah inokulasi. Sebanyak 1 g kompos

dilarutkan dalam 100 ml air steril dan dilakukan seri pengenceran sampai 5 kali. Masing-masing suspensi diendapkan selama 5 menit kemudian diambil cairan di atasnya sebanyak 100 µl dan diratakan dengan L glass di atas medium PDA dalam cawan petri. Pengamatan dilakukan dengan menghitung koloni jamur *Fusarium* nonpatogenik berwarna putih. Populasi jamur yang tumbuh dianalisis dengan CRD, uji beda nyata dengan DMRT pada aras 5%.

### **C. Kemampuan bertahan *fluorescent pseudomonads* dan *fusarium* nonpatogenik dalam kompos**

Pengujian dilakukan dengan metode yang sama dengan uji kemampuan bertahan *fluorescent pseudomonads* dan *fusarium* nonpatogenik, tetapi kompos steril diinokulasi dengan campuran *fluorescent pseudomonads* dan *fusarium* nonpatogenik. Penghitungan populasi bakteri *fluorescent pseudomonads* dihitung dengan menggunakan medium King's B secara taburan dan populasi jamur dihitung dengan menggunakan medium PDA.

### **D. Pengujian daya antagonisme antara *fluorescent pseudomonads* dengan *fusarium* nonpatogenik secara *in vitro***

Penelitian dilakukan dengan metode *double layer* yang dimodifikasi (Sivamani and Gnanamanickam, 1988). Isolat Pf 217 ditumbuhkan pada empat titik di atas medium King's B dalam cawan petri, lalu diinkubasikan 48 jam. Tepat 48 jam kemudian cawan petri dibalik dan melalui celah antara tutup dan dasar cawan diteteskan 2 ml kloroform dan dibiarkan menguap selama 2 jam. *Fusarium* nonpatogenik ditumbuhkan pada agar miring selama 7 hari kemudian dipanen dengan disuspensikan dalam 5 ml air steril. Satu ml suspensi dicampur dengan 10 ml medium PDA setengah padat dan dituangkan ke atas kultur Pf 217 pada medium King's B. Inkubasi dilakukan 1 minggu pada suhu kamar. Bila terdapat daya antagonisme antara bakteri *fluorescent pseudomonads* Pf 217 dengan *fusarium* nonpatogenik akan terlihat zone pengambatan pertumbuhan sekitar titik pertumbuhan bakteri. Garis tengah zona ini diukur tiap hari sampai 7 hari setelah perlakuan.



### E. Pengaruh *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik terhadap penyakit layu fusarium di rumah kaca

Suspensi *fluorescent pseudomonads* disiapkan dalam Medium King's B cair yang kemudian diinokulasi dengan Pf 217 dan diinkubasikan 48 jam. Kultur ini dipakai sebagai bahan perlakuan. Suspensi spora fusarium nonpatogenik diperoleh dengan jalan inokulasi fusarium nonpatogenik pada medium PDA cair dan digojog dengan *shaker* 1 minggu, kemudian spora dipanen dan dibuat suspensi dengan kerapatan  $10^6$ /ml. Metode yang sama digunakan untuk membuat suspensi spora *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* isolat A 13.

Kompos yang diperkaya masing-masing dengan *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik atau campuran keduanya diinokulasi dengan suspensi kultur. Sebanyak 50 g kompos diinokulasi masing-masing dengan 12,5 ml kultur Pf 217 dan Bnt 12 atau campuran keduanya kemudian diinkubasikan satu minggu.

Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap dengan masing-masing perlakuan 8 ulangan tanaman. Bibit pisang Ambon Kuning berumur 2 bulan pasca aklimatisasi ditanam pada pot dengan garis tengah 15 cm dan tinggi 20 cm. Perlakuan-perlakuan adalah sebagai berikut :

Notasi	Keterangan
K-	Kompos tidak diinokulasi
K+	Kompos diinokulasi dengan A13
P1	Bibit disiram dengan 12,5 ml kultur cair Pf 217
P2	Bibit disiram dengan 12,5 ml suspensi spora <i>Fusarium</i> nonpatogenik.
P3	Bibit disiram dengan 12,5 ml kultur cair Pf 217 dan 12,5 ml suspensi spora fusarium nonpatogenik.
P4	Bibit diperlakukan dengan kompos yang mengandung Pf 217.
P5	Bibit diperlakukan dengan kompos yang mengandung fusarium nonpatogenik.
P6	Bibit diperlakukan dengan kompos yang mengandung Pf 217 dan fusarium nonpatogenik.

Satu minggu setelah perlakuan tanaman diinokulasi dengan 25 ml suspensi spora *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* isolat A13 dengan kerapatan  $10^6$ /ml Pengamatan dilakukan satu minggu sekali selama 2 bulan (delapan kali) menghitung jumlah daun kuning/layu.

Data dianalisis dengan Anova berdasarkan Rancangan Acak Lengkap. Uji beda nyata dengan DMRT pada aras 5%. Transformasi data menurut Gomez and Gomez (1976).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kemampuan bertahan *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik dalam kompos yang diinokulasi dengan kedua mikroorganisme antagonis secara terpisah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam kompos, populasi optimal untuk *fluorescent pseudomonads* adalah satu minggu sedangkan fusarium nonpatogenik mencapai populasi optimum pada dua minggu setelah inokulasi (Tabel 1).

Tabel 1. Populasi *fluorecent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik dalam kompos yang diinokulasi secara terpisah (cfu/g)

Waktu setelah inokulasi	<i>Fluorescent pseudomonads</i>	Fusarium nonpatogenik
1 minggu	15,02 x 10 <sup>14</sup>	14,95 x 10 <sup>12</sup>
2 minggu	14,45 x 10 <sup>14</sup>	19,0 x 10 <sup>12</sup>
1 bulan	0,47 x 10 <sup>14</sup>	16,52 x 10 <sup>12</sup>
2 bulan	0,18 x 10 <sup>14</sup>	16,52 x 10 <sup>12</sup>

Berdasarkan hasil tersebut terlihat populasi *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik dalam kompos optimal pada dua minggu setelah inokulasi.

### B. Kemampuan bertahan *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik dalam kompos yang diinokulasi kedua mikroorganisme antagonis

Berdasarkan pengamatan terlihat bahwa populasi *fluorescent pseudomonads* optimal pada satu minggu setelah inokulasi sedangkan populasi fusarium nonpatogenik dua minggu setelah inokulasi. Hasil pengamatan terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Populasi *fluorecent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik dalam kompos, yang diinokulasi campuran keduanya (cfu/g)

Minggu setelah inokulasi	fluorescent pseudomonads	fusarium nonpatogenik
1 minggu	15,60 x 10 <sup>14</sup>	0,84 x 10 <sup>12</sup>
2 minggu	11,10 x 10 <sup>14</sup>	17,80 x 10 <sup>12</sup>
1 bulan	0,99 x 10 <sup>14</sup>	12,36 x 10 <sup>12</sup>
2 bulan	0,12 x 10 <sup>14</sup>	3,20 x 10 <sup>12</sup>

### C. Antagonisme antara *fluorescent pseudomonads* dengan fusarium nonpatogenik *in vitro*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi antagonisme antara koloni *fluorescent pseudomonads* dan satu fusarium nonpatogenik, karena tidak adanya zone penghambatan.

### D. Pengaruh *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik terhadap penyakit layu fusarium di rumah kaca

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan kompos yang telah diinokulasi dengan *fluorescent pseudomonads* dan fusarium nonpatogenik (P6) menunjukkan hasil yang terbaik, walaupun belum berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh kompos yang diperkaya dengan *fluorescent pseudomonad* dan fusarium nonpatogenik terhadap persentase daun layu

No.	Perlakuan	Persentase daun layu pada... *)			
		5 minggu setelah inokulasi		8 minggu setelah inokulasi	
1.	K-	8,12	a	11,75	A
2.	K+	18,01	ag	<b>82,37</b>	B
3.	P1	57,32	bc	65,98	B
4.	P2	45,65	bcdg	63,23	B
5.	P3	49,44	bcd	72,74	B
6.	P4	50,55	be	65,65	B
7.	P5	42,29	cefg	55,38	B
8.	P6	20,69	adf	<b>50,17</b>	B

Keterangan :\*) Data hasil transformasi menurut Gomez dan Gomez (1976); Rerata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis pada minggu ke-5 belum terlihat penurunan intensitas penyakit secara nyata. Perlakuan terbaik adalah P6 yaitu perlakuan dengan kompos yang mengandung Pf 217 dan fusarium nonpatogenik. Pada minggu ke-8 antara perlakuan dengan kontrol negatif (K-) ada perbedaan nyata dalam hal penurunan intensitas penyakit. Antar perlakuan 2 s/d 7 penurunan tidak nyata. Walaupun demikian terlihat kecenderungan yang terbaik adalah perlakuan kompos yang mengandung *fluorescent pseudomonads* Pf 217 dan fusarium nonpatogenik. Pada bibit yang tidak diperlakukan terlihat adanya intensitas penyakit walaupun rendah. Hal ini diduga disebabkan tanah untuk menanam bibit tidak steril sehingga masih terdapat klamidospora Foc yang mampu bertahan lama dalam tanah, walaupun tanpa tanaman inang (Ploetz, 2000). Perlu diketahui juga *fluorescent pseudomonads* adalah bakteri yang terbawa air, sehingga pada kondisi hujan diperlukan dosis yang lebih tinggi (Sumardiyono *et al.*, 2003).

Penurunan intensitas penyakit belum terlihat berbeda nyata hal ini diduga karena kerapatan yang kurang tinggi. Bila dilihat dari kemampuan bertahan *fluorescent pseudomonads* optimum terlihat pada satu minggu setelah inokulasi, kemudian populasinya turun mencapai populasi yang terendah satu bulan setelah perlakuan. Oleh karena itu pada 8 minggu atau 2 bulan setelah perlakuan ada kenaikan intensitas penyakit.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- (1) *Fluorescent pseudomonads* mampu bertahan dalam kompos dengan populasi optimum satu minggu setelah perlakuan sedangkan fusarium nonpatogenik 2 minggu;
- (2) Penurunan populasi *fluorescent pseudomonads* setelah satu minggu lebih tinggi dibandingkan fusarium nonpatogenik.

Percobaan rumah kaca masih perlu diteruskan dengan dosis inokulum *fluorescent pseudomonads* dan *Fusarium* nonpatogenik dalam kompos dipertinggi, sebagai dasar penelitian lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Kumulatif luas tambah serangan opt pada tanaman buah (Jeruk, Mangga dan Pisang) s/d tahun 2002. Direktorat perlindungan Hortikultura. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, Jakarta.
- Duijff, B.J., G. Recorbet, P.A.H.M. Baker, J.L. Lopez and P. Lemanceau. 1999. Microbial antagonism at the root level is involved in the suppression of fusarium wilt by the combination of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 and *Pseudomonas putida* WCS358. *Phytopathology* 89: 1073-1079.
- Fuchs, J.G., Y. Moenne-Loccoz and G. Defago. 1997. Non-pathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to fusarium wilt in tomato. *Plant Disease* 81: 492-496.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez 1976. Statistical; procedures for agricultural research with emphasis on rice. IRRI, Los Banos, 294 p.
- Hervas, A., J.L. Trapero-Casas and R.M. Jimenez-Diaz. 1997. Induced resistance against fusarium wilt of chickpea by non-pathogenic isolat of *F. oxysporum*. *Plant Disease* 79: 1110-1116.
- Larkin, R.P., D.L. Hopkins and F.N. Martin. 1996. Supression of fusarium wilt of watermelon recovered from a disease-suppressive soil. *Phytopathology* 86: 812-819.
- Mandeel, Q. and R. Baker. 1991. Mechanisms involved in biological control of fusarium wilt of cucumber with strains of non-patogenic *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology* 71: 1257-1260.
- Marois, J.J. 1990. Biological control of disease caused by *Fusarium oxysporum* (p. 77-82) Dalam Ploetz, R.C. (Ed.) *Fusarium wilt of banana*. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Ploetz, R.C. 2000. Panama Disease: A Classic and Destructive Disease of Banana. Online Plant Health Progress doi : 1094/PHP-2000-1204-01-HM.
- Sivamani, E and S.S. Gnanamanickam. 1988. Biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* in banana by inoculation with *Pseudomonas fluorescens*. *Plant and Soil* 107: 3-9.
- Sumardiyono, C. dan Suryanti. 1999. Daya hambat *In vitro* bakteri *fluorescent pseudomonads* dar perakaran *Mimosa* sp. terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada pisang. *Mediagama* 1(1):44-46
- Sumardiyono, C., S.M. Widyastuti dan Y. Asi. 2001. Pengimbasan ketahanan terhadap penyakit layu fusarium pisang dengan *Pseudomonas fluorescens*. Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Fitopatologi Indonesia XVI di Bogor. September 2001.
- Sumardiyono, C., T. Arwiyanto, K. Mulyono dan L. Suryani 2003. Pengendalian penyakit layu fusarium pisang dengan pseudomonad fluoresen. *Kongres XVII dan seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia* di Bandung 6-8 Agustus 2003.
- Wibowo, A. 2003. Pengendalian penyakit layu fusarium pada pisang dengan menggunakan isolat non-patogenik *Fusarium* sp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*.

Widyaningsih, S., C. Sumardiyono dan S. Mawardi. 1998. Ketahanan Beberapa Kultivar Pisang terhadap Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*). *Prosiding Seminar Regional IV Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Surakarta 05 Desember 1998.

Diskusi

Pertanyaan (Irnanda UNIPA Manokwari): Jenis kompos apa yang digunakan?

Jawab: Jenis kompos yang digunakan adalah yang dijual di pasaran (tidak membuat sendiri)

**PENGARUH METODE INDUKSI KETAHANAN BIBIT PISANG  
DENGAN ENDOFITIK NONPATOGENIK *Fusarium* sp. TERHADAP  
PENYAKIT LAYU FUSARIUM (*F. oxysporum* f.sp. *cubense*)**

Arif Wibowo, Ita Kusumaningrum, Jaka Widada, Suryanti  
Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
E-mail: arif@faperta.ugm.ac.id

**ABSTRACT**

Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) is destructive disease of banana cultivated in tropical areas. Recently, no effective disease methods can overcome this problem. Therefore it is needed to develop research on the management of fusarium wilt of banana. Many studies are focused on the biological control of fusarium wilt of banana. This research is aimed to study the application method of endophytic nonpathogenic *Fusarium* sp. (Bnt12) on banana seedlings for controlling fusarium wilt in glass house experiment. The result showed that the development of fusarium wilt symptom was very slow. Therefore second inoculation of Foc was conducted at 8<sup>th</sup> week after first Foc inoculation. Fusarium wilt symptom became to appear 10 weeks after first Foc inoculation. Until 18<sup>th</sup> week after first Foc inoculation, fusarium wilt disease severity indeks of banana seedling soaked in spore suspension of Bnt12 was smaller than control (+) or compost enriched with Bnt12 treatments. The data of Foc spreading in banana tissues showed that Foc could be found both in roots and rhizome of control (+), banana seedlings soaked with Bnt12 and compost enriched with Bnt12 treatments. However in pseudostem, Foc could be found in control (+) and compost enriched with Bnt12 treatments.

Key words: *F. oxysporum* f.sp. *cubense*; biological control; endophytic nonpathogenic *Fusarium* sp.

**PENDAHULUAN**

Sampai saat ini penyakit layu fusarium pisang yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) merupakan masalah utama dalam pembatas produksi pisang yang masih belum dapat diatasi dengan tuntas di berbagai sentra penghasil pisang di Indonesia seperti di Jawa, Sumatera dan Kalimantan (Semangun, 2001). Pada daerah-daerah tersebut, pisang merupakan komoditas penting dan banyak petani yang menggantungkan hidupnya pada hasil yang mereka peroleh dari pertanaman pisang. Selain berpengaruh pada taraf hidup

petani pisang, penyakit layu fusarium pisang juga berpengaruh pada plasma nutfah pisang. Ketahanan kultivar pisang terhadap penyakit layu fusarium sangat bervariasi, dari sangat rentan hingga agak tahan. Walaupun demikian secara umum sampai saat ini belum ditemukan kultivar pisang yang benar-benar tahan terhadap penyakit layu fusarium. Di beberapa daerah endemi penyakit layu fusarium, kultivar-kultivar pisang yang sangat rentan terhadap penyakit ini sudah jarang sekali dijumpai meskipun sebelumnya kultivar ini merupakan kultivar yang umum terdapat di daerah tersebut. Kultivar pisang ambon kuning merupakan kultivar pisang yang disukai oleh konsumen di Jawa dan Sumatera, tetapi sangat rentan terhadap penyakit layu fusarium. Kultivar ambon kuning yang sehat sekarang sulit dijumpai di daerah Kulon Progo (DIY) ataupun di Bukit Tinggi (Sumatera Barat) karena di daerah ini keparahan penyakit layu fusarium bisa mencapai lebih dari 75% (Wibowo, 2001; Nasril *et al.*, 2003)

Dengan melihat dampak yang diakibatkan oleh penyakit layu fusarium pada tanaman pisang ini maka perlu dilakukan penelitian yang berorientasi pada pengelolaan penyakit. Di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, penelitian tentang penyakit layu fusarium sudah dimulai sejak awal tahun 1990 yang dimulai dengan survey penyakit di Pulau Jawa (Sumardiyono *et al.*, 1999). Penelitian tentang pengelolaan penyakit layu fusarium sebagian besar dititik-beratkan pada pengendalian biologi. Hal ini disebabkan karena belum ada pestisida yang secara efektif dapat mengendalikan penyakit layu fusarium. Penggunaan pestisida juga akan menimbulkan polusi lingkungan serta resistensi patogen (Suryanti *et al.*, 2003).

Hasil-hasil penelitian pengendalian biologi terhadap penyakit layu fusarium pisang yang diperoleh pada umumnya cukup baik pada taraf percobaan di rumah kaca akan tetapi beberapa percobaan yang dilakukan di lapangan belum menunjukkan keefektifan dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pisang. Untuk itulah maka sangat perlu untuk segera dilakukan penelitian yang mendasar untuk mengetahui mekanisme tanggapan inang terhadap agens pengendali biologi tersebut, salah satunya adalah dengan menggunakan endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp.. Nonpatogenik *Fusarium* sp. merupakan jamur endofitik yang diisolasi dari rhizosfer tanaman pisang yang sehat. Pada penelitian terdahulu telah



diketahui bahwa tanaman pisang yang diperlakukan dengan jamur ini tidak menunjukkan gejala sakit bahkan tanaman tersebut akan terpacu pertumbuhannya (Wibowo, 2002). Uji dalam skala rumah kaca menunjukkan bahwa aplikasi nonpatogenik *Fusarium* sp. di sekitar perakaran bibit pisang mampu menekan intensitas penyakit layu fusarium pisang hingga 77% jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Penelitian lain menunjukkan bahwa aplikasi kompos yang diperkaya dengan nonpatogenik *Fusarium* sp. pada bibit pisang juga mampu menekan penyakit layu fusarium pisang hingga hampir 50% (Ramdan, 2005). Meskipun uji di rumah kaca telah berhasil menunjukkan efektifitas pengendalian biologi ini tetapi uji di lapangan masih menunjukkan variasi hasil yang besar (Wibowo *at al.*, 2008; Sumardiyono dan Wibowo, 2004).

## METODE PENELITIAN

### **1. Isolat *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) dan endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp.**

Foc (Bnt2) dan endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp (Bnt12) diperoleh dari koleksi Laboratorium IPT Klinik Fakultas Pertanian UGM. Foc (Bnt2) dan endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp (Bnt12) diperoleh dari kultivar pisang yang berbeda. Isolat Bnt2 diisolasi dari tanaman pisang kultivar Raja Bandung yang menunjukkan gejala layu fusarium sedangkan isolat Bnt12 diisolasi dari rhizosfer pisang kultivar Ambon Kuning yang sehat di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.

### **2. Teknik aplikasi endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp. (Bnt12) untuk menekan perkembangan penyakit layu fusarium pisang di rumah kaca**

Teknik aplikasi Bnt12 yang dipergunakan dalam percobaan ini adalah: (a) Aplikasi melalui pencelupan perakaran bibit tanaman pisang pada suspensi spora Bnt12 dan (b) Aplikasi melalui kompos yang diperkaya dengan Bnt12. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 8 perlakuan dan 9 ulangan sebagai berikut: KF (kompos + Foc); K (kompos); K+Bnt12+F (kompos diperkaya dengan Bnt12 + Foc); K+Bnt12 (kompos + Bnt12); Bnt12(sus)+F (perendaman dalam suspensi spora Bnt12 + Foc); Bnt12(sus)

(perendaman dalam suspensi spora Bnt12); Air steril+F (perendaman dalam air steril + Foc) dan Air steril (perendaman dalam air steril).

**a. Aplikasi melalui kompos dan kompos yang diperkaya dengan endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp. (Bnt12)**

Biakan murni Bnt12 dibiakkan dalam erlenmeyer yang berisi *potato dextrose broth* dan digoyang dengan menggunakan shaker selama 7 hari pada suhu kamar. Suspensi spora Bnt12 ( $10^6$  sel/mL) diinokulasikan pada kompos steril dan diinkubasi selama 2 minggu pada suhu kamar. Tanah yang sudah disterilkan kemudian dicampur dengan kompos atau kompos yang sudah diperlakukan dengan Bnt12 tersebut. Campuran tanah dan kompos tersebut diletakkan dalam pot dan kemudian ditanami dengan bibit pisang kultivar Ambon Kuning berumur 2 bulan yang sudah dilukai perakarannya terlebih dahulu dan selanjutnya diinkubasi selama 2 minggu dalam rumah kaca dan kemudian diinokulasi dengan Foc (Sumardiyono dan Wibowo, 2004).

**b. Aplikasi melalui pencelupan perakaran bibit tanaman pisang pada air steril atau suspensi spora endofitik nonpatogenik *Fusarium* sp. (Bnt12)**

Perakaran bibit pisang kultivar Ambon Kuning hasil kultur jaringan berumur 2 bulan dilukai dan direndam dalam air steril atau suspensi spora Bnt12 ( $10^6$  sel/mL) selama 24 jam, ditanam dalam pot berisi tanah steril dalam rumah kaca selama 2 minggu dan kemudian diinokulasi dengan Foc (Wibowo, 2002).

**c. Inokulasi Foc**

Inokulum Foc disiapkan dengan cara sebagai berikut: Lima puluh gram beras yang sudah dicuci bersih dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit. Setelah dingin biakan murni Foc pada medium PDA berumur 7 hari ditumbuhkan pada medium tersebut dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 2 minggu. Bibit pisang kultivar Ambon Kuning yang telah ditanam pada polibag dilukai akarnya dengan cara ditusuk-tusuk dengan menggunakan jarum preparat. Sebanyak 25 g inokulum Foc ditaburkan disekitar pangkal batang bibit pisang tersebut dan diaduk-aduk merata dengan menggunakan sekop pengaduk.

#### **d. Pengamatan perkembangan penyakit layu fusarium**

Pengamatan perkembangan penyakit layu fusarium diamati setiap minggu dengan skoring daun layu (*leaf symptom index/ LSI*) sebagai berikut: 1 = tidak ada daun yang berwarna kuning, tanaman tampak sehat; 2 = terdapat warna kuning pada daun terbawah; 3 = 3 daun yang paling bawah menguning; 4 = warna kuning mulai meluas atau terdapat pada seluruh daun dan 5 = tanaman mati. Pada akhir pengamatan, tanaman dibongkar, dibersihkan dengan menggunakan air keran dan rhizom dibelah dan diamati gejala nekrosis dengan menggunakan skor (*rhizome discoloration index/ RDI*) sebagai berikut: 1 = tidak ada perubahan warna pada rhizom dan daerah perakaran atau di sekitar jaringan; 2 = tidak ada perubahan warna pada rhizom dan daerah perakaran, perubahan warna hanya di persimpangan akar dan daerah perakaran; 3 = perubahan warna sampai 5% pada rhizom; 4 = 6-20% perubahan warna pada rhizom; 5 = 21-50% perubahan warna pada rhizom; 6 = lebih dari 50% perubahan warna pada rhizom; 7 = perubahan warna pada seluruh daerah perakaran; 8 = tanaman mati. Setelah diperoleh nilai LSI dan DSI, indeks keparahan penyakit (*disease severity index/ DSI*) untuk daun layu dan nekrotik pada rhizom dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DSI = \frac{\sum(\text{skor} \times \text{jumlah bibit pada skor tersebut})}{\sum \text{total bibit yang diperlakukan}}$$

#### **3. Pengamatan penyebaran Foc pada jaringan tanaman**

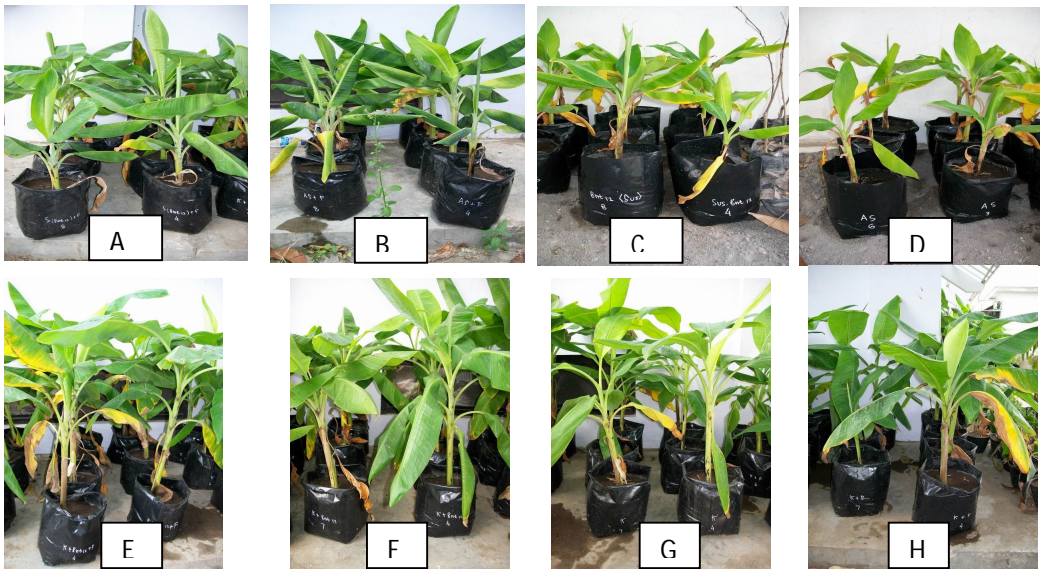
Untuk mengetahui penyebaran Foc pada bibit tanaman pisang yang telah diperlakukan dengan 3 metode aplikasi yang berbeda, maka dilakukan reisolasi Foc pada akar, rhizom dan batang bibit tanaman pisang tersebut.

Akar dan rhizome bibit tanaman pisang yang telah dibersihkan dengan menggunakan air serta pseudostem dipotong-potong sepanjang 0,5 cm dan didisinfestasi dengan menggunakan kloroks 1%. Potongan jaringan tanaman tersebut selanjutnya diletakkan pada cawan petri yang berisi medium Komada dan kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 1 minggu. Koloni jamur yang tumbuh dari masing-masing potongan jaringan tersebut kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop dan diidentifikasi dengan menggunakan literatur yang tersedia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Teknik aplikasi BNT12 untuk menekan perkembangan penyakit layu fusarium pisang di rumah kaca

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perkembangan gejala layu fusarium sangat lambat sehingga pada minggu ke-8 dilakukan inokulasi Foc yang ke-2. Gejala penyakit mulai muncul pada minggu ke-10 setelah inokulasi Foc yang pertama. Gejala ini dimulai dengan menguningnya daun-daun tua yang kemudian meluas hingga diseluruh permukaan daun (Gambar 1).

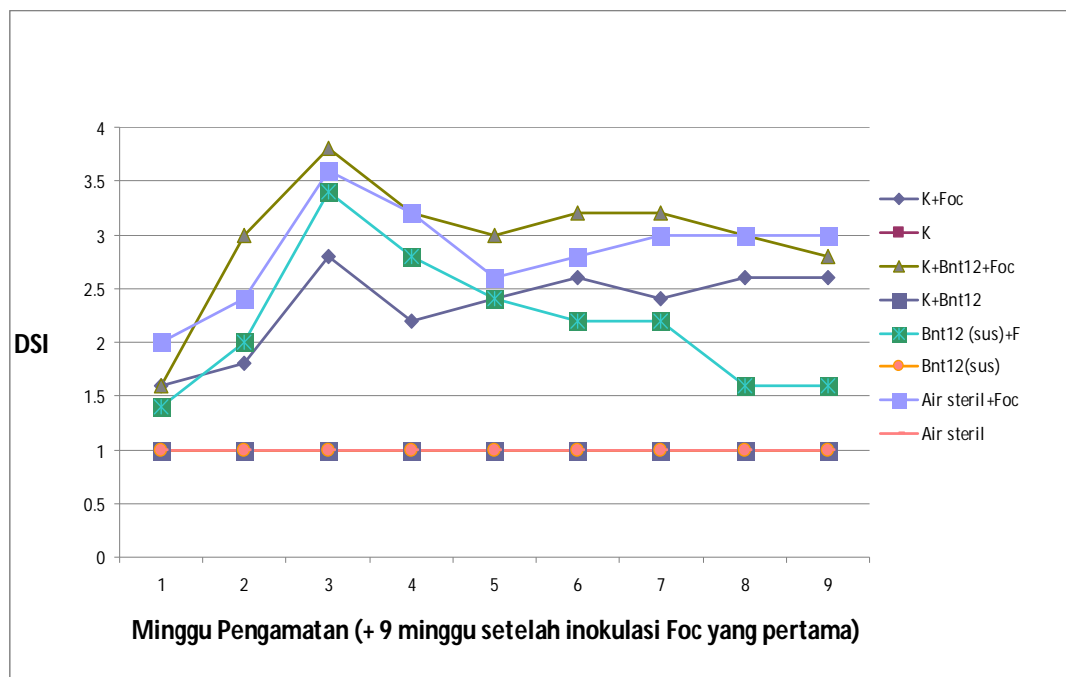


Gambar 1. Gejala penyakit layu fusarium pada bibit pisang kultivar Ambon Kuning 10 minggu setelah inokulasi I (A) Bnt12(sus)+Foc; (B) Bnt12(sus); (C) Bnt12(sus)+Foc; (D) Air steril; (E) K+Bnt12+Foc; (F) K+Bnt1; (G) K+Foc; (H) K

Pada beberapa penelitian sebelumnya, gejala layu mulai muncul pada minggu ke-4 setelah inokulasi (Wibowo, 2002; Wibowo *et al.*, 2009). Waktu inkubasi yang cukup lama pada penelitian ini diduga diakibatkan oleh suhu udara yang cukup tinggi di Yogyakarta sejak inokulasi Foc yang pertama (rerata suhu harian 32°C atau lebih). Seperti telah diketahui, suhu memegang peranan penting dalam perkembangan penyakit layu fusarium. Wibowo (2000) menunjukkan bahwa penyakit layu fusarium pada tomat dapat berkembang dengan baik pada

suhu 28°C, sedangkan pada suhu 32°C perkembangan penyakit layu tomat akan terhambat.

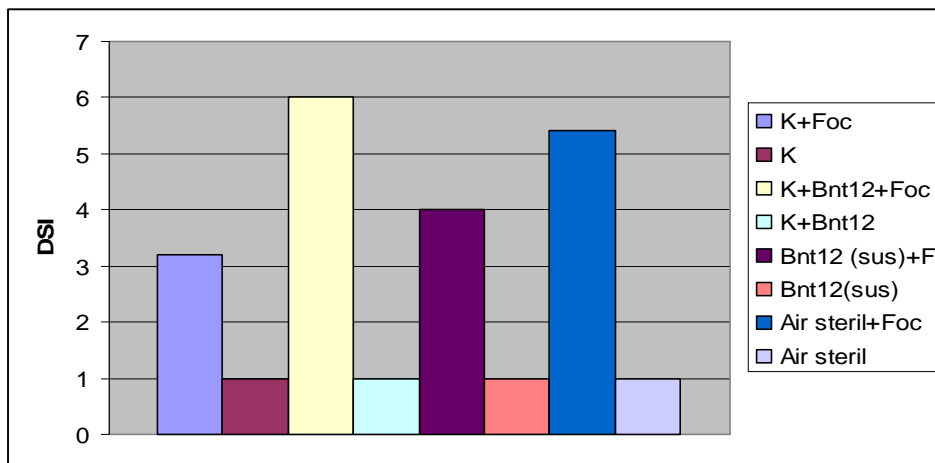
Gambar 2 menunjukkan bahwa hingga minggu ke-18 setelah inokulasi Foc yang pertama, perlakuan dengan Bnt12 mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang kultivar Ambon Kuning. Perlakuan dengan pencelupan bibit pisang dalam suspensi spora Bnt12 (Bnt12(sus)+Foc) tampak lebih efektif dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium jika dibandingkan dengan perlakuan kompos yang diperkaya dengan Bnt12 (K+Bnt12+Foc).



Gambar 2. Perkembangan penyakit layu fusarium pada pisang kultivar Ambon Kuning pada berbagai perlakuan hingga minggu ke-18 setelah inokulasi dengan Foc yang pertama

Pada pengamatan gejala dalam, tampak bahwa gejala nekrosis yang ditimbulkan oleh Foc pada rhizom tanaman pisang yang diperlakukan dengan pencelupan dalam suspensi spora Bnt12 (Bnt12(sus)+Foc) lebih ringan daripada perlakuan kompos yang diperkaya dengan Bnt12 (K+Bnt12+Foc). Pada pengamatan gejala dalam ini tampak bahwa pada perlakuan kompos yang diperkaya dengan Bnt12 tidak mampu menekan timbulnya nekrosis pada rhizome

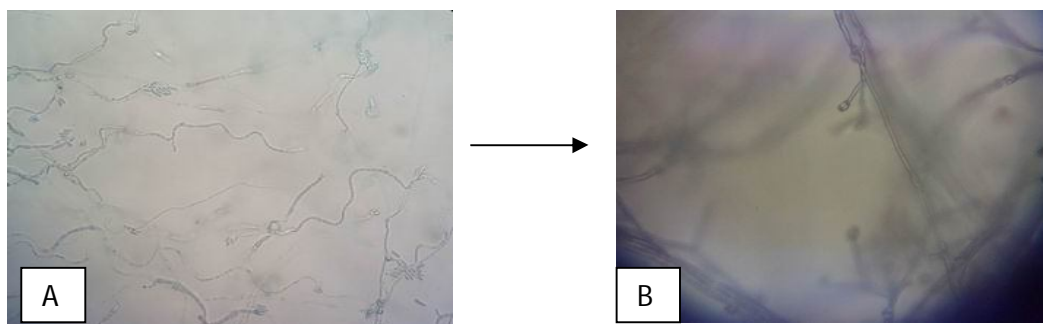
tanaman pisang. Hal ini diperlihatkan oleh nilai DSI yang lebih besar daripada perlakuan control positif (Air steril+Foc). Penekanan terhadap timbulnya gejala nekrosis pada bonggol juga diperlihatkan pada perlakuan kompos (K+Foc). Hal ini mungkin disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme di dalam kompos tersebut yang mampu menekan perkembangan Foc. Aktivitas mikroorganisme antagonis dan Bnt12 kemungkinan akan terhambat pada saat Bnt12 diintroduksi ke dalam kompos tersebut (Gambar 3).



Gambar 3. Gejala dalam yang berupa nekrotik pada bonggol tanaman pisang kultivar Ambon Kuning pada berbagai perlakuan

## 2. Penyebaran Foc dan Bnt12 di dalam jaringan tanaman pisang

Hasil pengamatan morfologi Foc dan Bnt12 yang direisolasi dari jaringan tanaman pisang menunjukkan kesamaan dengan morfologi mikroskopi biakan murni kedua isolat jamur tersebut. Pada Foc tampak bahwa konidiofor tempat pelekatan konidium sangat pendek sedangkan pada Bnt12 konidiofor jauh lebih panjang. Kedua isolat ini sama-sama membentuk konidium dalam *false-head* (Gambar 4).



Gambar 4. Morfologi mikroskopi (A) Foc dan (B) Bnt12. Tanda panah menunjukkan konidiofor pada masing-masing isolat

Hasil resisolasi terhadap Foc dan Bnt12 di dalam jaringan tanaman pisang menunjukkan bahwa perlakuan perendaman bibit dalam suspensi spora Bnt12 dan kompos yang diperkaya dengan Bnt12 tidak mampu untuk menghambat penyebaran Foc di dalam jaringan tanaman pisang. Meskipun demikian hasil ini membuktikan bahwa Bnt112 merupakan jamur endofit yang mampu tumbuh di dalam jaringan tanaman pisang (Tabel 1).

Tabel 1. Penyebaran Foc dan Bnt12 pada jaringan tanaman pisang

Perlakuan	Jaringan tanaman	Foc	Bnt12
KFoc	Akar	+	-
	Bonggol	+	-
	Pseudostem	+	-
K	Akar	-	-
	Bonggol	-	-
	Pseudostem	-	-
K+Bnt12+F	Akar	+	+
	Bonggol	+	+
	Pseudostem	+	+
K+BNt12	Akar	-	+
	Bonggol	-	+
	Pseudostem	-	+
Bnt12(sus)+Foc	Akar	+	-
	Bonggol	+	+
	Pseudostem	-	-
Bnt12(sus)	Akar	-	+
	Bonggol	-	+
	Pseudostem	-	+
Air steril+Foc	Akar	+	-
	Bonggol	+	-
	Pseudostem	+	-
Air steril	Akar	-	-
	Bonggol	-	-
	Pseudostem	-	-

## KESIMPULAN

1. Perlakuan bibit tanaman pisang dengan perendaman dalam suspensi spora Bnt12 mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada percobaan dirumah kaca.
2. Perlakuan bibit tanaman pisang dengan perendaman dalam suspensi spora Bnt12 maupun kompos yang diperkaya dengan Bnt12 tidak mampu untuk menghambat penyebaran Foc di dalam jaringan tanaman pisang.

## SANWACANA

Penelitian ini dibiayai melalui penelitian Multi Tahun Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan Dana DIPA tahun 2009. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih atas dana yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nasril, N., Jumjunidang, Riska and F. Eliesti. 2003. The occurrence of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race 4 in Indonesia. *Programme and Abstracts of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Fusarium Wilt on Banana Salvador de Bahia* 22-26 September 2003.
- Ramdan, D.M. 2005. Pengaruh kompos yang diperkaya dengan pseudomonad fluoresen dan fusarium nonpatogenik terhadap penekanan penyakit layu fusarium pada pisang. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2001. *Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- Sumardiyono, C., B. Hadisutrisno, S. Subandiyah dan S.M. Widiastuti. 1999. Mekanisme pengendalian penyakit layu bakteri *Pseudomonas solanacearum* dan layu fusarium *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* pada pisang dengan rhizobakteria. Laporan Penelitian pada Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sumardiyono, C. dan A. Wibowo. 2004. Pengendalian penyakit layu fusarium pada pisang dengan *Fusarium* nonpatogenik dan fluorescent pseudomonads (tahun kedua). Laporan Penelitian pada Fakultas Pertanian universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suryanti, A. Wibowo dan C. Sumardiyono. 2003. Pengendalian penyakit layu fusarium pada pisang dengan inokulasi jamur mikoriza vesicular arbuskular pada bibit. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 9(2): 63-68
- Wibowo, A. 2000. Biological control of fusarium wilt of tomato with antagonistic bacterial strains. *Thesis Master of Agricultural Science*. The University Queensland Australia (tidak dipublikasikan).



- Wibowo, A. 2001. Usaha pengendalian penyakit layu fusarium pada pisang dengan menggunakan isolate nonpatogenik *Fusarium* sp. *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wibowo, A. 2002. Pengendalian penyakit layu fusarium pada pisang dengan menggunakan isolat nonpatogenik *Fusarium* sp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 6(2): 65-70.
- Wibowo, A., A. T. Santosa, S. Subandiyah, M. Fegan and P.Taylor. 2008. Control of fusarium wilt of banana by using *Trichoderma harzianum* and resistant banana cultivar. *4<sup>th</sup> International Symposium on tropical and subtropical fruits*, Bogor November 3-7, 2008.
- Wibowo, A., S. Subandiyah, C. Sumardiyono, L. Sulistyowati dan P. Taylor. 2009. Hubungan antara aktivitas poligalakturonase dengan virulensi ras 4 *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* (submitted).

# ISOLASI JAMUR *Metarhizium anisopliae* DAN PENGEMBANGANNYA SEBAGAI AGENS PENGENDALI SERANGGA HAMA

**Tri Harjaka**

**Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian  
UGM, Yogyakarta, Email : triharjaka@yahoo.co.id**

## ABSTRACT

*Metarhizium anisopliae* is one of the natural enemies of insects that essentially a soil fungus. The fungi was known as green muscardine, infecting most soil dwelling insects. Technic for isolation and mass production of the fungus had conducted since it known at the first time in 1879 by Metchnicoff, and currently, some formulations of bioinsecticides were produced with *M. anisopliae* as active ingredient and some of them had used for control terrestrial insects. In Indonesia the fungus *M. anisopliae* had used for control most insect pests of plantations, even though it also have potence infecting insect pests on horticultural crops and food crops. Biological control of insect pests using *M. anisopliae* grown slowly than chemical insecticides, but it more susceptible when eradication unneeded and stressing to implementation of integrated pest management (IPM). Local production of fungus, trade of mycoinsecticide products, farmer education and continuing research about entomopathogenic fungi were required in order to implementation of biological control of insect pests, because some pests are difficult to be controlled except using it.

Key word : *Metarhizium anisopliae*, soil dwelling insect, pest, biological control

## PENDAHULUAN

Dalam sejarah pengendalian hama disebutkan bahwa teknik pengendalian hayati telah berlangsung sejak abad III di China dan abad XIII di Arab, dan pada tahun 1752 menurut Linnaeus untuk pertama kalinya dinyatakan bahwa setiap serangga mempunyai musuh alami yang dapat dimanfaatkan untuk melindungi tanaman (Dent, 2000). Sejak FAO (*Food and Agriculture Organization*) menetapkan model PHT dalam sistem perlindungan tanaman maka insektisida berbahan aktif mikrobial menjadi bagian dari komponen pelatihan kepada petani,

meskipun keberhasilannya relatif kecil (Skovmand, 2007). Mikrobia patogen serangga yang dimanfaatkan dalam pelatihan meliputi jamur, bakteri, virus dan nematoda.

Jamur entomopatogen adalah jenis jamur yang berasosiasi dengan serangga dan terjadi mekanisme parasitasi dan secara umum kehidupannya sinkron dengan kehidupan serangga inang dan kondisi lingkungan (Shah and Pell, 2003). Pemanfaatan jamur entomopatogen sebagai agens pengendalian hayati berkembang sejak diketemukannya jamur *Metarhizium anisopliae* pertama kali oleh Metchnikoff 1879 yang menginfeksi kumbang *Anisoplia austriaca* Hbst. di Rusia (Steinhaus, 1949). Lebih dari 700 spesies jamur entomopatogen yang telah diketahui menginfeksi serangga pada habitat tanah, tumbuhan dan perairan (McCoy, 1992; Lacey *et al.*, 2001), dan keberadaan jamur tersebut di alam sangat penting sebagai faktor pengendali populasi serangga hama. Akan tetapi tidak semua jenis jamur entomopatogen dapat dikembangkan sebagai agens pengendalian hayati karena beberapa alasan.

Lacey *et al.* (2001) menyebutkan bahwa tidak semua jamur entomopatogen dapat dikembangkan di laboratorium menggunakan media alternatif karena sifatnya sebagai parasit obligat, sehingga hanya sekitar 10 jenis yang bisa eksis sebagai agens pengendalian hayati. Jamur *M. anisopliae* merupakan salah satu dari sekian banyak jamur entomopatogen yang menginfeksi serangga berhabitat dalam tanah (*soil-dwelling insects*) dan telah dikembangkan sebagai agens pengendali beberapa jenis hama (Butt *et al.* 2001). Di Indonesia, jamur *M. anisopliae* diketahui menginfeksi beberapa jenis serangga berhabitat dalam tanah seperti ulat tanah (*Agrotis epision*), ulat grayak (*Mythimna separate*), larva kumbang *Oryctes rhinoceros*, larva kumbang *Dynastes gideon*, larva kumbang *Anomala aureola*, *Leucopholis rorida* dan larva kumbang *Cosmopolites sordidus* (Kalshoven, 1981). Selain itu jamur tersebut juga ditemukan menginfeksi kumbang air (famili Dysticidae) ketika fase pupa dalam tanah (Harjaka, 2005) dan uret *Phyllophaga helleri* perusak akar padi gogo (Harjaka, 2006). Berbagai upaya dilakukan sejak teknik isolasi, permunian, perbanyakan dan formulasi jamur *M. anisopliae* telah dilakukan, sehingga selalu ada peluang dalam penggunaannya sebagai agens pengendali serangga hama.

## ISOLASI DAN PERBANYAKAN JAMUR *METARHIZIUM ANISOPLIAE*

Jamur *M. anisopliae* lebih banyak ditemukan menginfeksi serangga dalam tanah. Oleh karena itu teknik isolasi jamur tersebut bisa dilakukan dengan metode umpan dengan serangga yang peka atau dapat dilakukan isolasi langsung dari tanah menggunakan media selektif. Teknik isolasi langsung dari serangga inang relatif lebih mudah dilakukan dibandingkan dari tanah. Akan tetapi metode cepat untuk mendapatkan isolat *M. anisopliae* langsung dari tanah juga telah dikembangkan. Ghanbary *et al.* (2009) menyebutkan bahwa di dalam tanah terdapat banyak jenis jamur saprofit, dan sebagian jamur entomopatogen adalah berperilaku sebagai saprofit ketika tidak ada serangga inang. Media selektif dengan komposisi bahan khusus dapat digunakan sebagai media pertumbuhan jamur *M. anisopliae* untuk meminimalkan terjadinya kontaminasi jamur lain. Bahan-bahan tersebut meliputi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , pepton,  $\text{MgSO}_4$ , dekstrosa, ekstrak yeast, rosebengal dan streptomisin sulfat.

Pengembangan jamur *M. anisopliae* sebagai agens pengendali serangga hama tidak terlepas dari potensi jamur tersebut untuk dapat dikembangkan menggunakan inang alternatif. Hasil penelitian Ibrahim *et al.* (2002) menyebutkan bahwa medium *Soboraud Dextrose Agar* (SDA) dan *Yeast Extract Agar* (YEA) cocok untuk pertumbuhan jamur *M. anisopliae* dan mempertahankan viabilitasnya. Selain medium sintesis, beberapa medium alami sudah banyak digunakan untuk mengembangkan jamur entomopatogenik secara masal. Di New Zeland, jamur *M. anisopliae* dikembangkan secara masal pada medium beras ditambah senyawa aditif berupa ekstrak glukosa dan yeast, dengan produksi spora dapat mencapai  $10^9$  per gram media (Nelson *et al.*, 1996). Di Taiwan jamur *M. anisopliae* juga dikembangkan dengan medium beras untuk pengendalian ulat daun kubis dan kumbang daun kelapa (Liu, 1996) dan di Indonesia kembangkan pada jagung manis untuk pengendalian kumbang kelapa (Susilo *et al.* 1993). Di Australia jamur *M. anisopliae* var. *anisopliae* dikembangkan dengan medium beras untuk pengendalian hama uret tebu (Milner *et al.* 2003). Selain jagung,

Bharati *et al.* (2007) menyebutkan bahwa sorgum juga cocok untuk pengembangan jamur *M. anisopliae*.

## **JAMUR ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BAHAN AKTIF INSEKTISIDA**

Potensi jamur entomopatogen sebagai pengendali serangga hama dipengaruhi oleh jenis toksin yang diproduksi selama proses infeksi dan patogenesis. Vey *et al.* (2001) menyebutkan bahwa masing-masing jenis jamur entomopatogen memproduksi toksin yang bekerja secara spesifik. Sebagai contoh toksin yang diproduksi oleh jamur *M. anisopliae* dapat mempengaruhi sistem hormonal serangga inang yang menyebabkan gangguan pertumbuhan dan terjadinya kematian larva maupun pupa (Brousseau, *et al.* 1996), dan gejala infeksi secara khusus dikenal sebagai *green muscardine diseases* (Steinhaus, 1949).

Bioinsektisida adalah insektisida dengan bahan aktif mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agens pengendalian serangga hama (Tanada and Kaya, 1993). Pengembangan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida melalui beberapa tahapan teknologi untuk meningkatkan patogenisitas. Menurut Wraight *et al.* (2001), untuk memperoleh jenis jamur entomopatogen yang betul-betul virulen dan efektif di lapangan maka harus melalui tahapan produksi, stabilisasi dan formulasi. Tidak sedikit jamur entomopatogen yang bisa dikembangkan secara massal di laboratorium, akan tetapi tidak stabil sehingga terjadi penurunan viabilitas maupun virulensi yang berakibat tidak efektif dalam mengendalikan hama sasaran. Bentuk formulasi juga sangat menentukan kesesuaian dengan teknik aplikasi, habitat hama sasaran, pengemasan dan penyimpanan.

Rekayasa genetika jamur entomopatogen telah berkembang sampai akhir tahun abad XX (Lacey *et al.* 2001), dan pengembangan strain jamur entomopatogen dapat dilakukan melalui sinar ultra violet, perlakuan kimia dan fusi protoplas (Leger and Screen, 2001). Selain itu, teknik untuk meningkatkan potensi jamur entomopatogen melalui antioksidan (Rao *et al.* 2006) dan induksi enzim (Mohanty *et al.* 2008). Penggunaan sinar ultra violet juga bisa digunakan

dan telah dicoba di Taiwan untuk meningkatkan virulensi jamur *M. anisopliae* untuk mengendalikan *Plutella xylostella* (Liu, 1996).

## TEKNIK APLIKASI JAMUR ENTOMOPATOGEN

Shah and Pell (2003) mengelompokan pengendalian hayati dengan mikrobial berbahan aktif jamur entomopatogen kedalam lima yaitu pengendalian hayati klasik (introduksi), augmentasi, inundasi, inokulasi dan konservasi. Pada kondisi tertentu potensi jamur entomopatogen kurang mampu menekan populasi hama sehingga diperlukan tindakan augmentasi melalui perbanyakannya ke media yang cocok dengan tujuan memperoleh bahan aktif yang lebih banyak.

Beberapa jenis jamur entomopatogen memiliki sifat khusus sehingga tidak bisa diaplikasikan dengan mudah. Kelemahan dari jamur entomopatogen adalah sensitif terhadap kelembaban dan sinar ultra violet (UV), sehingga teknik aplikasi dan penyimpanan diperlukan untuk tetap menjaga stabilitas, viabilitas dan virulensinya. Bateman and Chapple (2001) membedakan bentuk formulasi dan cara aplikasi jamur entomopatogen berdasarkan inang sasarannya. Beberapa jenis jamur entomopatogen yang sasaran hama berada pada tanaman (*plant*) maka digunakan formulasi *wettable powder* (WP) atau suspensi dalam minyak (*SC-Oil Based*). Sementara itu untuk hama yang berhabitat dalam tanah digunakan formulasi granular (G).

Jamur *M. anisopliae* adalah jenis saprofit fakultatif, sehingga dapat bertahan hidup pada bahan organik tanah untuk memperoleh sumber karbon dan memungkinkan untuk persisten dalam jangka waktu yang cukup lama. Hasil penelitian Vanninen *et al.* (2000) menyebutkan bahwa persistensi jamur yang diaplikasikan di tanah mampu bertahan lebih dari tiga tahun, di India disebutkan pengendalian kumbang *Oryctes rhinoceros* dengan *M. anisopliae* menggunakan metode aplikasi pada kompos sebagai habitat hama (Gopal *et al.* 2006).

## EFEKTIVITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN

Jamur *M. anisopliae* telah diuji mampu menginfeksi beberapa jenis serangga hama penting tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan dan bahkan kedokteran. Namun demikian jamur tersebut memiliki spesifikasi inang sehingga tidak diperlukan kajian infeksi dan efektivitas sebelum dikembangkan sebagai bioinsektisida. Sebagai contoh isolat jamur *M. anisopliae* yang menginfeksi menginfeksi uret *O. rhinoceros* bisa menginfeksi ulat *Plutella xylostella* pada kubis mencapai 100% (Harjaka, 2005) dan ulat *Spodoptera exiqua* pada bawang mencapai 82% (Harjaka *et al.* 2007), tetapi tidak mampu menginfeksi uret *Lepidiotia stigma*. Isolat *M. anisopliae* dari uret *P. helleri* bisa menginfeksi uret *L. stigma* (Harjaka, 2009).

Jamur *M. anisopliae* pada dosis  $10^{10}$ - $10^{15}$  spora/ha dapat menyebabkan mortalitas 66% terhadap hama wereng cokelat (*N. lugens*) stadium dewasa (Baehaki dan Noviyanti, 1993), dan di India dilaporkan efektif mengendalikan hama uret *Phyllophaga smithi* dalam tanah (Parae and Rajabalee, 2008). Di Brasil dilaporkan oleh Gutierrez *et al.* (2000) bahwa jamur *M. anisopliae* diuji untuk mengendalikan lalat buah mangga *Anastrepha ludens* dan efektivitasnya mencapai 98,75%. Raharjo *et al.* (2000) menguji pada tanaman jeruk bahwa jamur *M. anisopliae* juga dapat menekan populasi kutu daun jeruk *Diaphorina citri* vektor penyakit CVPD. Pada tanaman sayuran dilaporkan di Taiwan bahwa jamur *M. anisopliae* diuji sebagai agens pengendalian hayati ulat daun kubis *P. xylostella* (Liu, 1996; Talekar, 1998), demikian juga di Sinegal (Godonou *et al.* 2009). Di Amerika Rosa *et al.* (2000) melaporkan efektivitas penggunaan jamur *M. anisopliae* untuk mengendalikan kumbang bubuk buah kopi *Hypothenemus hampei* mencapai 22,1%.

## KOMERSIALISASI JAMUR ENTOMOPATOGEN

Beberapa jenis jamur entomopatogen telah dibuat formulasi dan diperdagangkan untuk pengendalian serangga hama. Jamur *B. bassiana* paling tidak sudah dibuat formulasi dengan lebih dari 10 nama dagang antara lain

Ostrinil<sup>R</sup> di Prancis untuk pengendalian penggerek jagung, Mycotrol GH<sup>R</sup> di Amerika Serikat untuk pengendalian belalang, Boverin<sup>R</sup> di Rusia untuk pengendalian hama kentang. Di Vietnam, jamur *B. bassiana* dan *M. anisopliae* sudah diproduksi dan dibuat formulasi dagang (Bioviv<sup>R</sup> dan Ometar<sup>R</sup>) untuk menekan populasi hama wereng padi.

Di Australia jamur *M. anisopliae* dibuat formulasi ganular (Bio Green<sup>R</sup> dan BIO-CANE<sup>R</sup>) untuk pengendalian hama uret (Milner, 2000), di Afrika dalam formulasi tepung untuk pengendalian rayap dan belalang kembara (Langewald *et al.* 2003). Jamur *M. flooviridae* dalam formulasi ULV (Green Muscle<sup>R</sup>) untuk pengendalian belalang kembara (Jenkins *et al.* 1998). Di Amerika Serikat jamur *M. anisopliae* dibuat diperdagangkan dengan nama dagang Bio Path<sup>R</sup> dan Bio Blast<sup>R</sup>, dan di Brasil dengan nama dagang Metaquino (Butt *et al.* 2001).

#### **STATUS KEAMANAN JAMUR ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOINSEKTISIDA**

Berdasarkan sejarah penemuan jamur entomopatogen *B. bassiana* yang menginfeksi ulat sutera (*Bombyx mori*) oleh Agustino Bassi yang tertulis dalam Steinhaus (1949) menunjukkan bahwa bioinsektisida belum tentu aman, akan tetapi dapat dibedakan atas strain jamur entomopatogen yang virulen dan avirulen. Oleh karena itu penggunaan strain jamur entomopatogen harus hati-hati sejak pemilihan isolat, perbanyakannya dan aplikasinya (Butt *et al.* 2001). Bioinsektisida merupakan alternatif pengendali hama yang relatif tidak bersifat toksik, spesifik, tidak menimbulkan polusi lingkungan dan kompatibel dengan teknik pengendalian (komponen pengendalian hama terpadu). Berdasarkan sifat metabolit sekunder yang dihasilkan, sebagian besar jamur entomopatogen termasuk patogen yang bersifat spesifik, meskipun dapat menginfeksi inang yang lain atau dapat dikembangkan pada media alternatif, tetap saja bahwa jamur entomopatogen lebih virulen terhadap inang aslinya. Sebagai contoh jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang diketahui lebih banyak menginfeksi serangga dan tidak berbahaya terhadap mamalia maupun manusia.



Hasil penelitian Shadduck, *et al.* (1982) menyebutkan bahwa perlakuan spora jamur *M. anisopliae* melalui saluran pencernaan maupun dermal serta mata terhadap tikus dan kelinci tidak menunjukkan gejala infeksi, akan tetapi hasil pengujian yang dilakukan oleh Genthner *et al.* (1998) terhadap embrio udang dan ikan menunjukkan respon yang positif yaitu pada konsentrasi  $10^4$  konidium/ml menyebabkan mortalitas embrio dan ketidaknormalan pertumbuhan. Hasil pengujian terhadap tikus juga tidak menunjukkan adanya perkecambahan dan perkembangan spora, tidak terjadi infeksi, dan pada saluran pencernaan juga tidak terjadi luka akibat infeksi.

Penggunaan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida yang dikomersialkan dipersyaratkan adanya jaminan keamanan dan mendapatkan izin peredaran. Keamanan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida ditujukan pada lingkungan pada umumnya, manusia, binatang vertebrata dan invertebrata non target. Oleh karena itu semua hal terkait dengan pengaruh ataupun dampak efikasi insektisida berbahan aktif jamur entomopatogen harus disertakan dalam pendaftaran izin peredaran. Pendaftaran dan pengaturan pestisida berbahan aktif jamur entomopatogen harus menyertakan keterangan jaminan keamanan dan jaminan efikasi (Butt *et al.* 2001) Data yang diperlukan untuk dapat mendapatkan izin meliputi : (1) jenis bahan, (2) sifat kimia, fisika dan biologi, (3) fungsi, *mode of action* dan penanganan, (4) kontrol kualitas dan metode analisis, (5) residu bahan, (6) hasil efikasi, (7) hasil uji toksikologi terhadap organisme non target, (8) ekotoksikologi dan (9) perilaku atau paparan bahan di lingkungan.

## **PROSPEK JAMUR ENTOMOPATOGENIK DI MASA DEPAN**

Pengendalian hama dengan bioinsektisida berbahan aktif jamur entomopatogen tidaklah mudah untuk diimplementasikan. Menurut daftar pestisida yang beredar di Indonesia sampai dengan tahun 2006 tercatat 1158 jenis pestisida, sementara yang berbahan aktif mikrobial sejumlah 16 jenis dan berbahan aktif jamur entomopatogen hanya satu jenis yaitu *B. bassiana* (Anonim, 2006). Jika dibandingkan dengan jumlah yang beredar di tingkat internasional maka perkembangan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida masih jauh, karena sudah tercatat 35 jenis dari tujuh spesies jamur yaitu *Beauveria bassiana*, *B.*

*brongniarti*, *Legenidium giganteum*, *M. anisopliae*, *M. anisopliae* var *acridium*, *Paecilomyces fumosoroseus* dan *Verticillium lecanii* (Wraight *et al.* 2001). Posisi insektisida mikrobial secara umum termasuk bakteri (*Bacillus thuringiensis*) di tingkat internasional hanya berkisar 1,0-1,5% saja (Lacey *et al.* 2001). Namun demikian pengendalian hayati serangga hama dengan mikrobial patogen serangga telah dibuktikan pada beberapa komoditas tanaman buah tropika meliputi jeruk, pisang, kelapa, mangga, jambu, pepaya dan nanas (Dolinski and Lacey, 2007).

Bioinsektisida berbahan aktif jamur entomopatogen tetap berperan dalam mengendalikan serangga hama dan tetap memiliki prospek di masa depan, terutama untuk mengantisipasi terjadinya resistensi dan resurgensi hama. Peluang pengembangan jamur entomopatogen tetap terbuka terutama untuk kebanyakan serangga hama yang tidak mudah dikendalikan dengan cara-cara selain cara hayati. Hal itu ditunjukkan juga dari hasil-hasil penelitian tentang pemanfaatan jamur entomopatogen untuk mengendalikan serangga hama sampai tahun 2009.

Hama lalat buah merupakan contoh serangga yang relatif sulit dikendalikan secara kimia karena sifat biologi yang kadang tidak sinkron dengan cara kerja insektisida. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dimbi *et al.* (2003, 2009), Ekesi *et al.* (2003, 2005) dan Moraga *et al.* (2008) maka jamur *M. anisopliae* sangat berluang untuk dimanfaatkan. Untuk mengendalikan hama kelapa *O. rhinoceros* pada beberapa bentuk ekosistem juga sesuai dengan menggunakan jamur *M. anisopliae* dipadukan dengan pemanfaatan virus *Baculovirus oryctes* dibandingkan menggunakan cara kimiawi (Bedford, 1980; Gopal *et al.*, 2006). Pengendalian belalang kembara di Afrika sudah diarahkan menggunakan jamur entomopatogen, mengingat hama tersebut sangat aktif dan meletakkan telur secara bersama-sama dalam tanah dan cocok untuk perkembangan jamur *M. anisopliae* var. *acridium* (Langewald *et al.* 2003).

Pengendalian serangga hama dengan jamur entomopatogen adalah sangat baik digunakan ketika tindakan eradikasi tidak diperlukan, tetapi justru sebagai penyangga kestabilan ekosistem sebagai wujud implementasi konsep PHT. Menurut Shah and Pell (2003), jamur entomopatogenik sebagai musuh alami serangga hama yang menjadi komponen utama dalam keberlanjutan PHT, sehingga diperlukan upaya penelitian yang berkesinambungan, transfer teknologi

ke pengguna (*user*) dan memerlukan pelatihan secara khusus karena penggunaan jamur entomopatogen harus disinkronkan dengan jenis dan siklus hama sasaran untuk mencapai efektivitas maksimal. Untuk menuju keberhasilan pengendalian serangga hama dengan jamur entomopatogen membutuhkan partisipasi dari berbagai pihak untuk investasi pengembangan penelitian, produksi massal (lembaga pemerintah dan industri), konsistensi petani dan kebijakan pemerintah yang mendorong perkembangan bioinsektisida khususnya jamur entomopatogen.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Edhi Martono, M.Sc. atas koreksi, masukan dan saran dalam penulisan makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan. Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Baehaki, S.E. dan Noviyanti, 1993. Pengaruh Jamur Biakan *Metarhizium anisopliae* Strain Lokal Sukamandi terhadap Perkembangan Wereng Cokelat. *Dalam* Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. and Y. Trisetiyawati (eds). Prosiding Makalah Simposium patologi Serangga I. Yogyakarta
- Bateman, R. and A. Chapple. 2001. The Spray Application of Mycopesticide Formulations. *In* Butt, T.M., Jackson, C. and N. Magan (Eds). *Fungi as Biocontrol Agents*. CABI Publishing, Walingford UK.
- Bedford, G.O. 1980. Biology, Ecology and Control of Palm Rhinoceros Beetles. *Ann. Rev. Entomol.* (25) : 309-339
- Bharati, T., J.H. Kulkarni, P.U. Krishnaraj and A.R. Alagawadi. 2007. Evaluation of Food Grains and Agro Waste for Sporulation of *Metarhizium anisopliae*. *Karnaka J. Agric. Sci.* (20) : 424-425.
- Brousseau, C., G. Carpenter and S. Belloncik. 1996. Susceptibility of Spruce Budworm *Choristoneura fumiferana* Clemens to Detruxins, Cyclodepsipeptidic Mycotoxins of *Metarhizium anisopliae*. *J. Invert. Pathol.* (68) : 180-182
- Butt, T.M., C. Jackson and N. Magan, 2001. *Fungi as Biocontrol Agents : Progres, Problem and Potential*. CAB International, New York.
- Dent, D. 2000. *Insect Pest Management*. CABI Publishing. New York.
- Dimbi, S., N.K. Maniania, S.A. Lus, S. Ekesi and J.K. Mueke. 2003. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to Three Fruit Fly Species : *Ceratitis capitata*, *C. rosa* and *C. cosyra*. *Mycopathologia* (156) : 375-382.
- Dimbi, S., N.K. Maniania and S. Ekesi. 2009. Effect of *Metarhizium anisopliae* Inoculation on the Mating Behavior of Three Species of African Fruit Flies, *Ceratitis capitata*, *Ceratitis cosyra* and *Ceratitis fastiventris*. *Biological Control* (50) : 111-116.

- Dolinnski, C. and L.A. Lacey. 2007. Microbial Control of Arthropod Pests of Tropical Tree Fruits. *Neotropical Entomology* (36) : 161-179
- Ekesi, S., N.K. Maniania and S.A. Lux. 2003. Effect of Soil Temperature and Moisture on Survival and Infectivity of *Metarhizium anisopliae* to Four Tephritid Fruit Fly Puparia. *J. Invert. Pathol.* (83) : 157-167.
- Ekesi, S., N.K. Maniania, S.A. Muhamed and S.A. Lux. 2005. Effect of Soil Application of Different Formulation of *Metarhizium anisopliae* on African Tephritid Fruit Flies and Their Associated Endoparasitoids. *Biological Control* (35) : 83-91.
- Ghanbary, M.A.T., A. Asgharzadeh, A.R. Hadizadeh and M.M. Sharif. 2009. A Quick Method for *Metarhizium anisopliae* Isolation from Cultural Soils. *Amer. J. Agric. Biol. Sci.* (4) : 152-155
- Genthner, F.J., C.A. Chancy, J.A. Couch, S.S. Foss, D.P. Middaugh, S.E. George, M.A. Warren and J.A. Bantle. 1998. Toxicity and Pathogenicity Testing of The Insect Pest Control Fungus *Metarhizium anisopliae*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* (35) : 317-324.
- Godonou, I., B. James, C.A. Ahowe, S. Vodouhe, S. Kooyman, A. Ahanchede and S. Korie. 2009. Potential of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* Isolates from Benin to Control *Plutella xylostela* L. (Lepidoptera : Plutellidae). *Crop Protection* (28) : 220-224.
- Gopal, M., A. Gupta and G.V. Thomas. 2006. Prospect of Using *Metarhizium anisopliae* to Check the Breeding of Insect Pest (*Oryctes rhinoceros* L.) in Coconut Leaf Vermicomposting Sites. *Bioresource Technology* (97) : 1801-1806.
- Guitierrez, R.L., A.T. Della, J.M. Ochoa, O.R. Dominques, A.R. Pescador, M.L. Edwards and M. Aluja. 2000. Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina : Hypomycetes) on *Anastrepha ludens* (Diptera : Tephritidae) : Laboratory and Field Trial. *J. Econ. Entomol.* 93 (4) : 1080-1089
- Harjaka, T. 2005. Virulence of Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* against Diamond Backmoth Larvae (*Plutella xylostella*). Paper on the International Conference of Crop Security (ICCS), September, 19-22, 2005, Malang, Central Java, Indonesia
- Harjaka, T. 2006. Isolasi Jamur *Metarhizium anisopliae* pada Hama Uret Perusak Akar Padi Gogo. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian. Fakultas Pertanian UGM Hal : 200-2005
- Harjaka, T., K. Wijonarko dan Y. Danaatmaja. 2007. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Larva *Spodoptera exigua*. Makalah dalam Kongres dan Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia, 25-27 Juli 2007 di Denpasar, Bali.
- Harjaka, T. 2009. Potensi Jamur *Metarhizium anisopliae* untuk Pengendalian Hama Uret Perusak Akar Tebu. Makalah pada Seminar Nasional Peningkatan Produksi Gula dan Kesejahteraan Petani Tebu di Indonesia, 12 Desember 2009, di Yogyakarta.
- Ibrahim, L., T.M. Butt and P. Jenkinson. 2002. Effect of Artificial Culture Media on Germination, Growth, Virulence and Surface Properties of The Entomopathogenic Hypomycete *Metarhizium anisopliae*. *Mycol Res.* (106) : 705-715.

- Jenkins, N.E., G. Heviefo, J. Lengelwald, A.J. Cherry and C.I. Lomer. 1998. Development of Mass Production Technology for Aereal Conidia for Use as Mycoinsecticides. *BioControl News Information and Technology* (19) : 21-31.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. PT Ichtiar Baru, Van Hoeve, Jakarta.
- Lacey, L.A., R. Frutos, H.K. Kaya and P. Vails. 2001. Insect Pathogens as Biological Control Agents : Do They Have a Future?. *Biological Control* (21) : 230-248.
- Leger, S. and S. Screen. 2001, Prospects for Strain Improvement of Fungal Pathogens of Insects and Weeds. In Butt, T.M., Jackson, C. and N. Magan (Eds). *Fungi as Biocontrol Agents*. CABI Publinsing, Walingford UK. Pp 219-237.
- Langewald, J., J.D. Michel, N.K. Maniania and C. Kooyman. 2003. Microbial Control of Termites in Africa. In : *Biological Control in IPM System in Africa*. Neuenchwander, P., Bogemoister, C. and J. Lengewald (Eds). CABI International Wallingfrond, London.
- Liu, S.D. 1996. The Application of Fungicide Resistent Entomopathogenic Green Muscardine Fungus in Taiwan : Biological Control of Coconot Leaf Beetle *Bronstispa longissima* and Diamond back Moth *Plutella xylostella*. In Grey, G. (ed). *Biological Pest Control in System of Integrated Pest Management*.
- Milner, R.J. 2000. Current Status of Metarhizium as A Mycoinsecticide in Australia. *BioControl News Information* (21) : 47-50.
- Mccoy, C.W. and M.S.T. Milani. 1992. Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Control : A World View. *Pesq.Agropec.Bras.*(27) : 87-93
- Mohanty, S.S., K. Raghavendra and A.P. Dash. 2008. Induction of Chymoelastase (Pr1) of *Metarhizium anisopliae* and Its Role in Causing Mortality to Mosquito Larvae. *World J. Microbiol. Biotechnol.* (24) : 2283-2288.
- Moraga, E.Q., I.M. Carballo, I.G. Jurado and C.S. Alvarez. 2008. Horisontal Transmission of *Metarhizium anisopliae* among Laboratory Population of *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae). *Biological Control* (47) : 115-124.
- Nelson, T.L., Low., A. and T.R. Glare. 1996. Large Scale Production of New Zeland Strains of Beauveria and Metarhizium. *Proc. 49<sup>th</sup> N.Z. Plant Protection Conf.* : 257-261.
- Paray, N.B. and A. Rajabalee. 2008. Preliminary Studies on Entomopathogens Associated with Sugar Cane Pest in Mauritius. <http://www.uom.ac.mu/Faculties/foa/> di akases 28 Desember 2008.
- Raharjo, K., S. Somowiyarjo dan F.X. Wagiman. 2000. Pengendalian *Diaphorina citri* (Vektor CVPD) dengan *Metarhizium anisopliae*. *Indonesian Journal of Plant. Protection* (6) : 23-31
- Rao, Y.K., C.H. Tsou and Y.M. Tzeng. 2006. Antioxidants Enhaced Production of Destruxin E from Cultivation of *Metarhizium anisopliae*. *App. Microbiol. Biotec.* (24) : 2283-2288.
- Rosa, W.D.L., R. Alatorre, J.F. Barrera and C. Toriello, 2000. Effect of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) upon the Coffeae Berry Borer (Coleoptera : Scolytidae) under Field Condtion. *J. Econ. Entomol.* 93 (5) : 1409-1414

- Shadduck, J.A., D.W. Roberts and S. Lause. 1982. Mammalian Safety Tests of *Metarhizium anisopliae*. *Environ. Entomol.* (11) : 189-192.
- Shah, P.A. and J.K. Pell. 2003. Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agents. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* (61) : 413-423
- Skovmand, O. 2007. Microbial Control in Southeast Asia. *J. Invert. Pathol.* (95) : 168-174.
- Steinhaus, E.A. 1949. *Principles of Insect Pathology*. Academic Press, London
- Susilo, A., S. Santoso dan H.A. Tulung. 1993. Sporulasi, Viabilitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsc.) Sorokin pada Media Jagung dan Patgonisitasnya terhadap Larva *Oryctes rhinoceros*. Dalam Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. and Y. Trisetyawati (eds). Prosiding Makalah Simposium patologi Serangga I. 12-13 Oktober 1993, Yogyakarta.
- Talekar, N.S. 1998. Diamond Back Moth Control with Pathogenic Fungi. *In Integrated Pest and Disease Manangement for Enviroment-Friendly Production of Save Vegetables. AVRDC REPORT 1998* : 71-83.
- Tanada, Y. and H.K. Kaya, 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, New York.
- Vanninem, I., J.T. Juslin and H. Hokkanen. 2000. Persistence of Augmented *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Finnish Agricultural Soils. *BioControl* (45) : 201-222.
- Vey, A., R. Hoagland and T.M. Butt. 2001. Toxic Metabolites of Fungal Biocontrol Agents. *In Butt, T.M., Jackson, C. and Magan, N. (Eds). Fungi as Biocontrol Agents : Proggres, Problem and Potential.* CAB International, New York.
- Wraight,, S.P., M.A. Jackson and S.L. de Kock. 2001. Production, Stabilization and Formulation of Fungal Bioconntrol Agents. *In Butt, T.M., Jackson, C. and N. Magan (Eds). Fungi as Biocontrol Agents.* CABI Publinshing, Walingford UK.

## Diskusi

### Pertanyaan:

1. (Solokhin-Unila, Lampung): Apakah Metharhizium tersebut bersifat density dependent?
2. (Ratrestri –GGPC, Lampung): Apakah ada kompetisi *Metharhizium annisopliae* dengan mikroba lainnya?
3. (Refli Gerungan – Univ Negeri Menado): Apakah sudah diperhitungkan ekonomi dari penggunaan *M. anisopliae* , misalnya pada dosis berapa?
4. Dodin Koswadin (BB Biogen-Bogor): Perlu diperhatikan kaidah penulisan ilmiah dan fokuskan hama yang diprioritaskan

### Jawab:

1. Ada keterkaitan antara patogen dengan inangnya
2. *M. Anisopliae* ini merupakan patogen fakultatif, jadi apabila tidak ada inang, dengan adanya bahan organik patogen ini dapat tetap bertahan, sporanya dapat dorman

3. Terjadi kompetisi antar mikroba
4. Sedang difokuskan kepada hama uret pada tebu
5. Oryctes yang ada di pucuk pohon kelapa ada yang terinfeksi tanpa adanya inokulasi pada pucuk pohon kelapa
6. Aplikasi spora pada dosis  $10^6$  -  $10^{10}$
7. *Metharhizium* yang efektif untuk uret tebu dan uret kelapa berbeda

## ISOLASI DAN PEMANFAATAN MIKROBIA BEBAS PENAMBAT NITROGEN DARI RIZOSFER KOPI ARABIKA

John Bako Baon<sup>1)</sup> dan Sri Wedhastr<sup>2)</sup>

1) Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, JEMBER

2) Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, YOGYAKARTA

### ABSTRACT

**Isolation and Use of Free Living Nitrogen Fixer Microbes from Rhizosphere of Arabica Coffee (J.B. Baon and S. Wedhastr):** Productivity of coffee farms in Indonesia is still considered relatively low. Various beneficial microbes which are living in the rhizosphere of Arabica coffee are potentially to be utilized to increase productivity of coffee trees. The objective of this study is to isolate superior rhizosphere microbes, especially free living nitrogen fixers, from coffee farms for eventually to be used in improving growth of coffee trees. This research was started by taking out soil samples from rooting area of coffee trees located in Andungsari Experimental Station, Bondowoso. Isolation of free nitrogen fixing microbes has produced several superior isolates. The isolates were then tested on Arabica coffee seedlings. Results of this study showed that from those superior isolates tested, it is clear that isolate *Azospirillum* E.6.1 and *Azotobacter* KW1 of nitrogen fixing bacteria isolated from the rhizosphere of coffee has higher affinity in N<sub>2</sub> fixing and in improving coffee growth compared to other isolates. Free nitrogen fixing microbes which are also producing plant growth promoting substances found in this study, *Azospirillum* isolate E 6.1. and *Azotobacter* isolate KW 1 are potentially to be utilized in coffee husbandry.

**Keywords:** *Coffea arabica*, nitrogen fixation, free living, *Azospirillum*, *Azotobacter*

### PENDAHULUAN

Rendahnya produktivitas tanaman kopi disebabkan salah satunya oleh rendahnya tingkat kesuburan tanah. Salah satu upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah pertanaman kopi yang dikenal selama ini adalah dengan pemupukan atau dengan mengolah kesuburan tanah (Baon, 2000). Namun dengan semakin mahalnya harga pupuk sehubungan dengan semakin langkanya energi tak-terbarukan, maka diperlukan suatu alternatif baru dalam mengoptimalkan pemanfaatan hara utama yang ada dalam tanah. Salah satu teknologi yang berpeluang untuk keperluan ini adalah dengan memanfaatkan mikrobia rizosfer.



Rizosfer merupakan suatu kawasan dalam tanah yang masih dalam pengaruh akar tanaman. Mengingat bahwa tanaman dalam fungsi nutrisinya harus mengekskresikan senyawa-senyawa organik ke rizosfer sehingga dalam kawasan ini terdapat cukup banyak macam mikrobia tanah dengan berbagai fungsi dan peranan. Kelimpahan dan keragaman mikrobia tanah (Rudrappa *et al.*, 2008; Wasaki *et al.*, 2005) tergantung pada berbagai macam faktor, termasuk macam tanamannya. Sementara itu pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman juga dipengaruhi oleh interaksinya (Bandara *et al.*, 2006).

Tanaman kopi arabika (*Coffea arabica*) adalah tanaman tahunan yang juga memiliki keragaman dan kelimpahan mikrobia tanah. Tentunya dengan sifatnya sebagai tanaman yang tahunan maka populasi dan keragaman mikrobia tanah yang menempati rizosfer mungkin lebih besar dibandingkan dengan tanaman semusim. Rizosfer tanaman kopi berpotensi memiliki mikrobia yang aktif dalam berbagai macam proses yang menguntungkan tanaman, salah satunya adalah dalam meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara utama, salah satunya adalah dalam penambatan nitrogen (N). Nitrogen adalah masukan terpenting bagi sebagian besar tanaman pertanian dan perkebunan, termasuk tanaman kopi. Mengingat bahwa N dalam berbagai bentuk pupuknya umumnya mahal, maka penting bagi petani untuk menentukan cara yang ekonomis untuk memasukkan unsur hara ini bagi tanamannya (Schilizzi and Pannell, 2001).

Sementara itu penelitian pemanfaatan bakteri hidup bebas yang mampu menambat nitrogen pada tanaman kopi belum pernah dilakukan, walaupun penelitian dalam aspek ini sudah sangat luas (Palm and Sanchez, 1991). Penelitian untuk melakukan isolasi, identifikasi dan pemanfaatan mikrobia rizosfer kopi yang bermanfaat bagi ketersediaan hara dan memacu pertumbuhan sehingga kemudian diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman kopi, masih sangat jarang. Padahal tanaman kopi sering dibudidayakan pada lahan-lahan yang kandungan N tanah umumnya rendah sampai sangat rendah.

Permasalahan yang dihadapi dengan keharaan tanaman kopi adalah kurangnya efisiensi dalam pemanfaatan hara yang ada di dalam tanah. Dengan diperolehnya berbagai macam mikrobia tanah yang yang berasal dari rizosfer tanaman kopi yang bermanfaat dalam menambat nitrogen dari udara, diharapkan

persoalan ketidakefisienan dalam nutrisi tanaman kopi dapat diatasi. Maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi mikrobia rizosfer tanaman kopi yang mampu meningkatkan ketersediaan hara, utamanya nitrogen serta memanfaatkannya untuk meningkatkan produktivitas tanaman kopi.

## BAHAN DAN METODE

Tanah yang merupakan rizosfer tanaman kopi arabika (*C. arabica*) diambil dari tiga blok kebun yang berbeda jenis tanah (Andisol dan Oxisol) dan tingkat kesuburannya. Sumber isolat mikrobia rizosfer berupa contoh tanah-tanah diambil dari perkebunan kopi arabika di Kebun Andungsari, Bondowoso, yang memiliki tipe iklim C menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson. Adapun karakteristik kimiawi, fisik dan vegetasi lokasi kebun kopi sumber tanah rizosfer diambil disajikan dalam Tabel 1. Pertanaman kopi arabika yang terdiri dari varietas S 795, Andungsari 1, dan BP 416A telah berumur 10 tahun.

Tabel 1. Karakteristik kimiawi, fisik dan vegetasi lokasi sumber tanah rizosfer

Parameter	Dekat Pondok Kuning (Blok C 6)	Dekat pintu masuk (Blok B 1)	Kupang (seberang sungai) (Blok E6)	KP Kaliwining (Blok KW1)
C (%)	5,09	3,14	5,24	2,04
N (%)	0,51	0,32	0,54	0,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25% (mg/100)	52	84	54	162
P Bray I (ppm)	2	6	0	27
K tertukar (me/100 g)	0,83	1,8	1,07	1,95
Ca tertukar (me/100 g)	17,7	2,66	6,27	15,86
Mg tertukar (me/100 g)	1,11	1,32	1,6	4,62
KPK (me/100 g)	26,49	28,5	44,82	25,1
pH (H <sub>2</sub> O)	5	5,2	5,7	6,4
Pasir (%)	35	12	34	32
Debu (%)	57	31	14	41
Lempung (%)	8	57	52	27
Jenis tanah	Andosol Arabika Lini S	Inceptisol Arabika BP	Oxisol Arabika Andungsari 1	Inceptisol Robusta poliklonal
Pertanaman kopi	795	416A	Andungsari 1	poliklonal

## **Tahap Isolasi**

### ***Medium Fahreus***

Tiga sampel tanah diambil dari rizosfer tanaman kopi dengan lokasi yang berbeda jenis tanahnya. Sebanyak 25 gram tiap sampel tanah dilarutkan dalam 225 ml medium Fahreus cair. Kemudian digojog selama 72 jam. Untuk metode streak: Larutan sampel hasil penggojogan distreak ke Fahreus agar. Koloni yang terpisah dipindahkan ke tabung yang berisi Fahreus agar miring. Untuk metode pour plate: Larutan sampel hasil penggojogan sebanyak 10 ml dimasukkan ke 90 ml medium Fahreus cair. Kemudian digojog selama 72 jam. Selanjutnya 1 ml suspensi tersebut dimasukkan dalam 9 ml medium Fahreus agar cair dan dihomogenkan. Kemudian dituang ke cawan petri sebelum agar memadat. Setelah itu inkubasi selama 2 hari pada suhu kamar. Selanjutnya koloni bakteri yang terpisah dari hasil pour plate di restreak sampai mendapat isolat yang seragam. Kemudian isolat murni dipindahkan ke tabung yang berisi Fahreus agar miring.

### **Bakteri Penambat N *Azotobacter* sp.**

Tiga sampel tanah diambil dari rizosfer tanaman kopi dengan lokasi yang berbeda-beda. Sebanyak 25 gram tiap sampel tanah dilarutkan dalam 225 ml medium Ashby cair. Kemudian digojog selama 72 jam. Untuk metode streak: Larutan sampel hasil penggojogan distreak ke Ashby agar. Koloni yang terpisah dipindahkan ke tabung yang berisi Ashby agar miring. Untuk metode Pour Plate: Larutan sampel hasil penggojogan sebanyak 10 ml dimasukkan ke 90 ml medium Ashby cair. Kemudian digojog selama 72 jam. Selanjutnya 1 ml suspensi tersebut dimasukkan dalam 9 ml Ashby agar cair dan dihomogenkan. Kemudian dituang ke cawan petri sebelum agar memadat. Setelah itu inkubasi selama 2 hari pada suhu kamar. Selanjutnya koloni bakteri yang terpisah dari hasil pour plate di restreak sampai mendapat isolat yang seragam. Kemudian isolat murni tersebut dipindahkan ke tabung yang berisi Ashby agar miring.

### **Bakteri Penambat N *Azospirillum* sp.**

Tiga sampel tanah diambil dari rizosfer tanaman kopi dengan lokasi yang berbeda-beda. Sebanyak 25 gram tiap sampel tanah dilarutkan dalam 225 ml medium asam malat cair. Kemudian digojog selama 72 jam. Untuk metode streak: Larutan sampel hasil penggojogan distreak ke asam malat agar. Koloni yang terpisah dipindahkan ke tabung yang berisi asam malat agar miring. Untuk metode pour plate: Larutan sampel hasil penggojogan sebanyak 10 ml dimasukkan ke 90 ml medium asam malat cair. Kemudian digojog selama 72 jam. Selanjutnya 1 ml suspensi tersebut dimasukkan dalam 9 ml medium asam malat agar cair dan dihomogenkan. Kemudian dituang ke cawan petri sebelum agar memadat. Setelah itu inkubasi selama 2 hari pada suhu kamar. Selanjutnya koloni bakteri yang terpisah dari hasil pour plate di restreak sampai mendapat isolat yang seragam. Kemudian isolat murni tersebut dipindahkan ke tabung yang berisi asam malat agar miring.

### **Pengujian ekskresi ammonium secara kualitatif**

Isolat bakteri ditumbuhkan dalam medium Burk's termodifikasi 30 ml. Kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 48 jam di rotary shaker. Kemudian diamati adanya pembentukan pelikel. Setelah itu sample disentrifugasi 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang terbentuk diambil sebanyak 3 ml, dan dimasukkan dalam tabung reaksi. pH supernatan tersebut dibuat 11 dengan menambahkan NaOH. Supernatan ditambahkan EDTA 0,07 ml, sodium potassium tartrat 0,07 ml, dan reagen Nessler 0,13 ml, selanjutnya dihomogenkan. Supernatan diambil 2,5 ml dan dimasukkan ke dalam kuvet untuk diukur arbsorbansi dengan spektrofotometer 435 nm. Setelah itu nilai arbsorbansi sampel dimasukkan dalam persamaan regresi linier kurva standar ammonium.

### **Pemanfaatan pada bibit kopi**

Isolat yang terpilih berdasarkan keunggulannya dalam menambat nitrogen udara kemudian dilakukan pengujian kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan N bagi bibit kopi. Percobaan dilakukan dalam skala rumah kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember dengan menggunakan bibit kopi klon Q121 yang diperbanyak dengan teknik embriogenesis somatik. Inokulan

biakan isolat diperoleh dengan menumbuhkan ke media Brown cair selama 5 hari. Uji lanjutan terhadap aktivitas bakteri penambat N dalam memacu pertumbuhan dilakukan menggunakan bibit tanaman kopi yang ditumbuhkan pada tanah steril yang telah diinokulasi dengan biakan isolat bakteri penambat N sebanyak 2 ml. Sebagai pembanding digunakan adalah penambahan pupuk N dalam bentuk urea, isolat kontrol negatif dan kontrol positif serta *Azotobacter* KW 1 yang diperoleh dari rizosfer tanaman kopi robusta KP Kaliwining. Pengamatan dilakukan tiap interval 30 hari. Parameter pengamatan pertumbuhan meliputi: tinggi tanaman, diameter batang, luas dan jumlah daun. Bibit tanaman kopi dipanen untuk diamati bobot segar dan keringnya pada 6 bulan setelah perlakuan. Isolat yang terbukti paling efektif dalam memacu pertumbuhan bibit tanaman kopi selanjutnya diperbanyak dalam media cair Brown untuk memperbanyak untuk kepentingan lanjutan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah di sekitar daerah perakaran tanaman kopi yang dikenal sebagai rizosfer kaya akan mikrobial tanah, salah satunya adalah mikrobial penambat nitrogen hidup bebas. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa dengan menggunakan medium Ashby agar diperoleh 27 isolat koloni, sedangkan dengan medium asam malat agar diperoleh 18 koloni. Sementara itu dengan menggunakan medium Fahreus agar diperoleh 11 isolat koloni. Dengan demikian secara total jumlah total 56 isolat. Berdasarkan pembentukan pelikel pada medium Burks semisolid, diperoleh isolat koloni *Azotobacter* spp. teraktif, yakni B114p, C61p, dan E63s, sedangkan isolat *Azospirillum* spp. diketahui isolat koloni B11s, C61s, E61s dan E63as. Sementara itu dengan menggunakan medium Fahreus diperoleh isolat koloni unggul B11p, E63bs dan E6p (Tabel 2). Kemudian koloni dari isolat-isolat terbaik diseleksi.

Untuk mengukur pertumbuhan *Azotobacter* spp. digunakan medium Burk's cair dengan menggunakan panjang gelombang 500 nm, sedangkan untuk *Azospirillum* spp. digunakan medium asam malat cair dengan panjang gelombang 600 nm sehingga diperoleh kurva pertumbuhan yang kemudian dapat ditentukan

waktu permanen yang terbaik berdasarkan populasi bakteri yang dapat diperoleh untuk waktu tertentu. Masing-masing data pertumbuhan untuk *Azotobacter* spp. dan *Azospirillum* spp. disajikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beberapa isolat bakteri penambat nitrogen hidup bebas dapat diisolasi dari rizosfer tanaman kopi arabika, walaupun bakteri penambat nitrogen tersebut hanya dibatasi terhadap *Azotobacter* spp. dan *Azospirillum* spp. Hampir sekitar 100 genus bakteri baik dari kelompok eubakteri maupun arkhaeobakteri mampu menambat nitrogen dari udara. Ada kemungkinan terdapat lebih banyak lagi spesies atau genus bakteri yang mampu menambat nitrogen dari udara, karena sebagian besar bakteri saat ini belum dapat dikulturkan dan penelitian akan diazotrof di beberapa lingkungan hidup masih sangat jarang diteliti. Penelitian bakteri penambat nitrogen yang berasosiasi secara endofitik dengan tanaman tebu yang kemudian diketahui sebagai *Acetobacter diazotrophicus* yang diketahui satu-satunya bakteri penghasil asam asetat yang dapat menambat nitrogen (Gillis *et al.*, 1989). Hampir sepuluh tahun kemudian, Jimenez-Salgado *et al.* (1997) menemukan bakteri penghasil asam asetat diazotrof secara alamiah baik di rizosfer maupun dalam jaringan akar berbagai kultivar tanaman kopi arabika (*C. arabica*) asal biji. Bahkan penelitian tersebut juga memiliki bukti yang kuat bahwa dari beberapa isolat bakteri tersebut merupakan spesies baru dari bakteri *Acetobacter* yang mampu menambat N<sub>2</sub>.

Penelitian mengenai penambatan nitrogen di perkebunan kopi, utamanya pada rizosfer tanaman kopi dapat dikatakan sangat jarang. Roskoski (1982) melakukan penelitian terhadap aktivitas penambatan nitrogen di perkebunan kopi di Meksiko dan menemukan bahwa tanaman penaung yang berasal dari leguminosa dapat menyumbang nitrogen ke dalam sistem perkebunan kopi melalui aktivitas penambatan nitrogen melalui bintil-bintil akar yang terbentuk pada pertanaman tersebut. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa aktivitas penambatan nitrogen di jumpai pada berbagai sistem, seperti bintil akar, tanah, seresah dan epifil daun kopi, namun tidak dijumpai pada akar tanaman kopi. Sumbangan nitrogen melalui penambatan oleh tanaman *Inga jinicuil* tersebut dapat mencapai >40 kg N/ha/th sedangkan oleh sistem yang lain hanya <1 kg N/ha/th. Namun, penelitian tersebut tidak mengamati besarnya penambatan nitrogen ataupun

mikroorganisme yang melakukan penambatan nitrogen. Penelitian yang dilaporkan dalam tulisan ini membuktikan bahwa terdapat mikroorganisme bebas penambat nitrogen dari rizosfer tanaman kopi yang jenisnya berbagai macam dan berpotensi dalam menyumbang nitrogen bagi sistem pertanaman kopi. Rerata penambatan nitrogen dalam tanah di dasar hutan subtropis bagian selatan di Cili berkisar 0,23-2,26 kg/ha/th bergantung pada jenis hutannya (Perez *et al.*, 2003), sedangkan di bagian utara hampir 1 kg N/ha/thn (Perry, 1994). Lantai hutan dengan seresah berkayu di hutan campuran *Nothofagus-Podocarpus* memiliki laju penambatan nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan tanah mineral (Perez *et al.* 2003).

### Hasil Uji Kemampuan Ekskresi Ammonium Secara Kuantitatif

Untuk mengetahui kemampuan isolat koloni tersebut dalam menambat nitrogen bebas maka dilakukan pengukuran konsentrasi amonium dalam medium serta adanya perubahan warna dalam medium. Berdasarkan uji kuantitatif kemampuan bakteri mengekskresikan ammonium, maka terpilih tiga isolat yaitu *Azospirillum* B1.1, *Azospirillum* E6.1, *Azospirillum* E6.3a (Tabel 2).

Tabel 2. Kinerja beberapa isolat terpilih berdasarkan perubahan warna media, absorbansi dan konsentrasi ammonium yang terbentuk

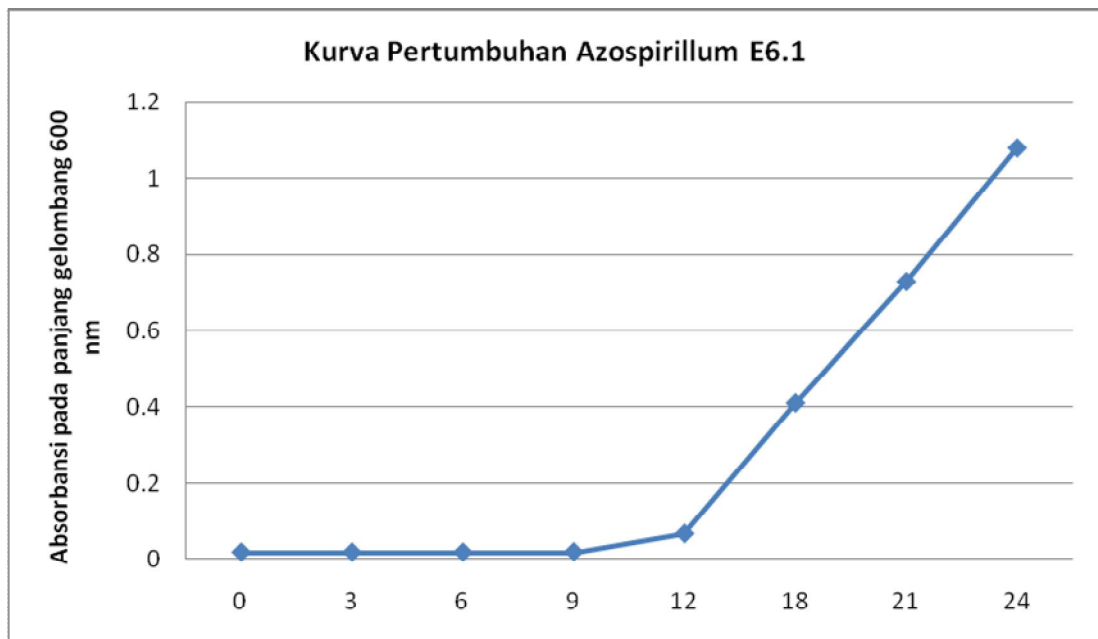
Isolat	Perubahan Warna	Absorbance	Kons. Ammonium ( $\mu$ M)
<i>Azotobacter</i> B1.1.4	-	0	0 c
<i>Azotobacter</i> C61 Pour	abu-abu	0,693	0 c
<i>Azotobacter</i> E6.3	kuning (+)	0,020	11,8 c
B1.1 Pour (Fahreus)	-	-0,1	0 c
E6.3b (Fahreus)	-	0	0 c
E6 (Fahreus)	-	-0,1	0 c
<i>Azospirillum</i> B1.1	kecoklatan (++)	0,754	530,3 a
<i>Azospirillum</i> C6.1	kuning (++)	0,205	123,6 b
<i>Azospirillum</i> E6.1	kecoklatan (++)	0,754	530,3 a
<i>Azospirillum</i> E6.3a	kuning (++)	0,235	143,8 b

Tabel 3. Absorbansi isolat *Azotobacter* sp. pada medium Burk's cair dengan panjang gelombang 500 nm

Isolat	Absorbansi setelah inkubasi (jam)							
	0	3	6	9	12	18	21	24
<i>Azotobacter</i> B1.1.4	0,004	0,004	-0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
<i>Azotobacter</i> C6.1 Pour	0,002	0,009	0,004	0,002	0,006	0,010	0,008	0,011
<i>Azotobaceter</i> E6.3	0,026	0,018	0,013	0,009	0,005	-0,001	0,003	0,002
B1.1 Pour (Fahreus)	0,011	0,010	0,005	0,006	0,004	0,010	0,018	0,019
E6.3b (Fahreus)	0,015	0,010	0,009	0,006	0,003	0,001	-0,002	-0,001
E6 (Fahreus)	0,009	0,018	0,008	0,008	0,008	0,010	0,009	0,015

Tabel 4. Absorbance isolat *Azospirillum* sp. pada medium Burk's Cair dengan panjang gelombang 600 nm

Isolat	Absorbansi setelah inkubasi (jam)							
	0	3	6	9	12	18	21	24
<i>Azospirillum</i> B1.1	0,005	0,017	0,017	0,018	0,016	0,017	0,016	0,015
<i>Azospirillum</i> C6.1	0,017	0,009	0,013	0,019	0,019	0,010	0,011	0,011
<i>Azospirillum</i> E6.1	0,018	0,018	0,018	0,019	0,067	0,411	0,728	1,080
<i>Azospirillum</i> E6.3a	0,004	0,006	0,004	0,005	0,007	0,004	0,019	0,083

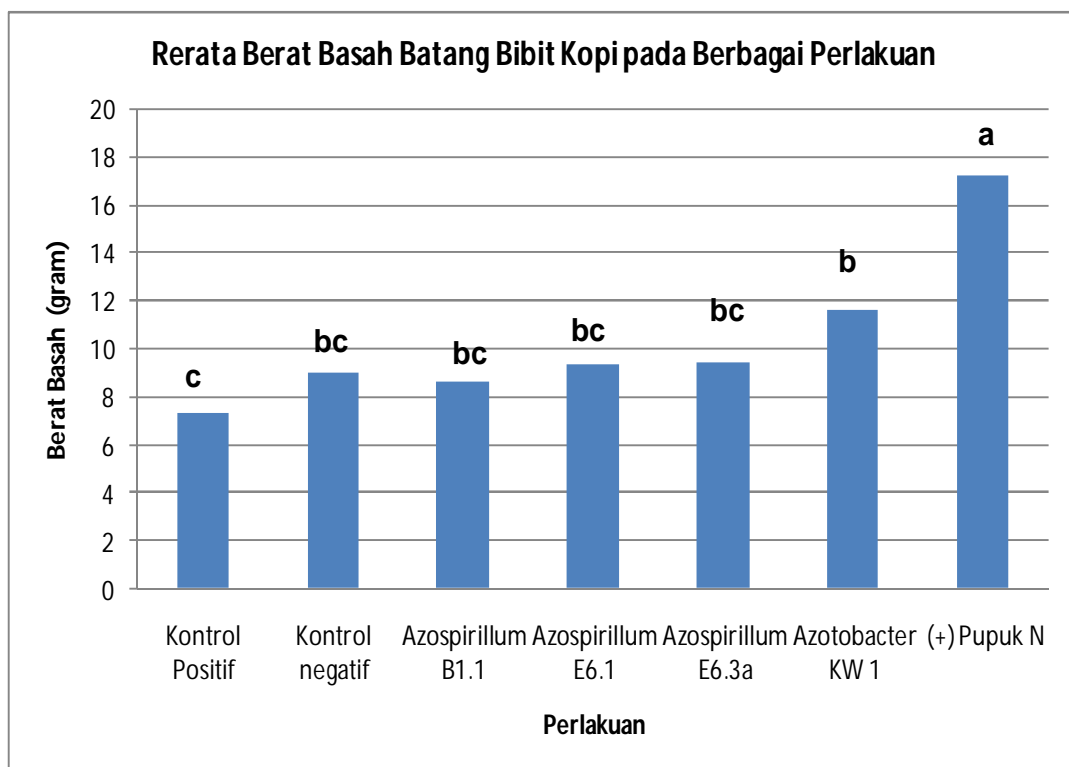


Gambar 1. Pertumbuhan populasi isolat *Azospirillum* sp. E6.1. selama 24 jam pertama yang diukur berdasarkan absorbansi pada panjang gelombang 600 nm.

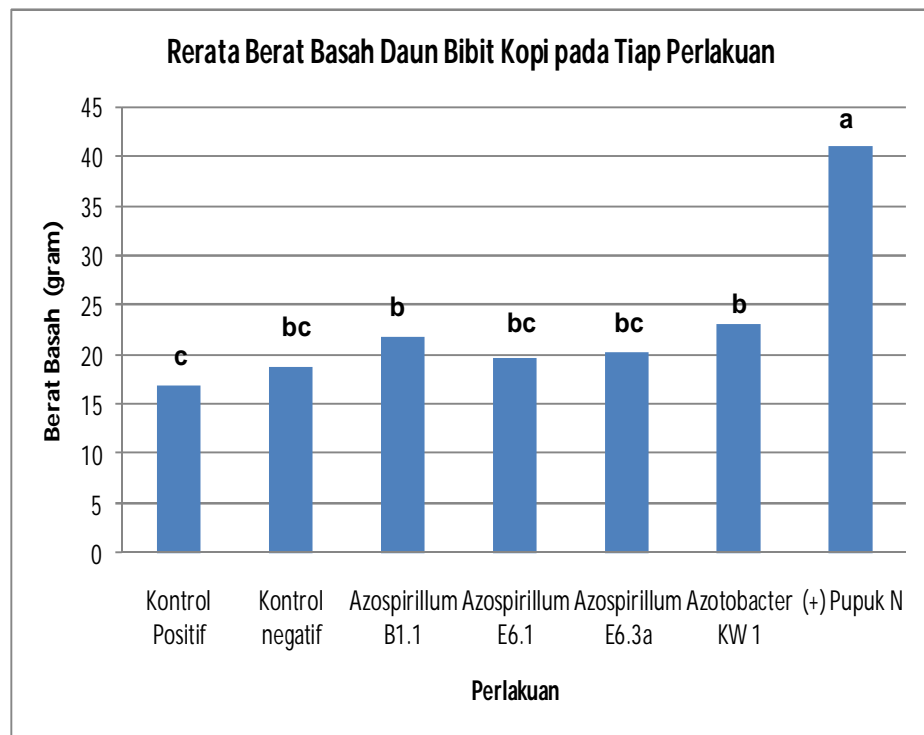


### Hasil uji pada bibit kopi

Berdasarkan hasil pengamatan beberapa parameter pertumbuhan terlihat bahwa bakteri *Azospirillum* E6.1. dan *Azotobacter* KW1 memberikan pengaruh yang terbaik bagi pertumbuhan tanaman kopi dibandingkan dengan isolat terpilih lainnya (Gambar 2 dan 3). Peningkatan pertumbuhan bibit tanaman kopi akibat inokulasi dengan isolat tersebut dapat dihubungkan dengan kemampuannya dalam melakukan penambatan nitrogen. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa beberapa isolat bakteri penambat nitrogen yang diperoleh dari hasil penelitian ini juga mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh, khususnya *Azotobacter* isolat B1.2.1. Isminarni *et al.* (2007) juga melaporkan beberapa isolat *Azotobacter* menghasilkan indol asam asetat dari tanah dengan pH rendah dan kandungan Al tinggi.



Gambar 2. Bobot basah daun bibit kopi yang dipengaruhi oleh perlakuan beberapa isolat mikrobial rizosfer penambat nitrogen pada 6 bulan setelah perlakuan.



Gambar 3. Bobot basah daun bibit kopi yang dipengaruhi oleh perlakuan beberapa isolat mikrobial rizosfer penambat nitrogen pada 6 bulan setelah perlakuan.

Penambatan nitrogen bebas secara non-simbiotik mampu menyumbang nitrogen yang tersedia bagi tanaman dalam jumlah yang signifikan per hektar per tahun bagi pertanian yang intensif (Vadakattu and Paterson, 2003). Misalnya di Avon, Australia Selatan, pada pertanian budidaya rotasi gandum intensif, penambatan  $N_2$  non-simbiotik dapat mencapai 20 kg N/ha/th yang meliputi sekitar 30-50% dari kebutuhan pupuk N pada sistem budidaya intensif. Dengan potensi ini maka kesadaran dan pengertian yang lebih baik dengan target peranan penambatan nitrogen oleh mikrobial hidup bebas dapat ditingkatkan dalam berbagai sistem pertanian. Populasi mikrobial bebas penambat  $N_2$  lebih tinggi pada tanah bertekstur lempung dibandingkan tanah pasir, namun demikian peranan sistem penggunaan lahan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap ukuran populasi. Misalnya, populasi mikrobial bebas penambat  $N_2$  lebih tinggi pada lahan pertanian yang ditanami gandum atau sereal lainya dimana nisbah C/N-nya tinggi. Penambat nitrogen hidup bebas meliputi berbagai macam bakteri

termasuk saprofitik yang hidup pada berbagai macam sumber bahan organik, bakteri yang hidup berasosiasi dekat dengan rizosfer akar tanaman, dan bakteri yang seluruh hidupnya terdapat dalam jaringan tanaman (endofitik). Bakteri seperti *Azotobacter* dan *Spirillum* hidup pada kondisi aerob, sedangkan lainnya seperti *Clostridium pasteurianum* harus hidup pada kondisi tanpa oksigen (anaerob). Rizosfer yang merupakan daerah tanah yang masih dipengaruhi oleh akar tanaman umumnya memiliki kandungan karbon yang tinggi, sehubungan dengan adanya sekresi berbagai macam senyawa organik oleh akar, sehingga merupakan daerah yang kaya akan jenis dan populasi mikrobial termasuk penambat N<sub>2</sub> yang perlu dikelola untuk kebutuhan tanaman (Rengel and Marschner, 2005).

Pola budidaya kopi arabika seperti di Indonesia yang praktek olah tanahnya minim serta seresah yang dibiarkan tetap berada di bawah tajuk tanaman merupakan kondisi yang sangat baik untuk perkembangan bakteri penambat nitrogen hidup bebas. Penambatan nitrogen membutuhkan enzim yang disebut nitrogenase yang mampu mengubah nitrogen gas bebas menjadi bentuk nitrogen yang dapat tersedia bagi tanaman yakni amonium. Aktivitas nitrogenase memerlukan energi dalam jumlah besar. Untuk bakteri penambat nitrogen yang bersimbiose dengan tanaman inang memperoleh energinya dari tanaman inangnya, di lain pihak untuk bakteri penambat nitrogen yang hidup bebas energi yang diperlukannya diperoleh dari dalam tanah. Oleh sebab itu menarik untuk dikaji lebih lanjut struktur populasi bakteri penambat nitrogen hidup bebas yang hidup pada beberapa ekosistem kopi, khususnya yang memiliki tipe penangung berbeda.

## **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari hasil isolasi mikrobial rizosfer tanaman kopi diketahui bahwa terdapat beberapa spesies dan genus bakteri penambat N yang terisolasi dari rizosfer tanaman kopi, sedangkan dari isolat-isolat terpilih yang memiliki aktivitas penambatan yang baik dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi yang baik adalah isolat *Azospirillum* E6.1 dan *Azotobacter* KW1.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan sebagian dari hasil penelitian yang didanai oleh Kementerian Pendidikan Nasional c.q. Direktorat Jenderal Perkebunan atas dana penelitian melalui Program Sinta, oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih. Kepada Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia serta Dekan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada atas ijin untuk melakukan penelitian serta Neysa Fitri Yudianti, SP. atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini penulis juga mengucapkan terima kasih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bandara, W.M.S., G. Seneviratne, and S.A. Kulasoorya. 2006. Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. *Journal of Bioscience*. 31: 645–650.
- Baon, J.B. 2000. Manejo de nutrientes en produccion de café en el sudeste de Asia con especial énfasis en eperiencias en Indonesia. Paper presented at IV Seminario en Tecnologias de Produccion de Café, Sto. Domingo, Rep. Dominicana.
- Isminari, F., S. Wedhastri, J. Widada and B.H. Purwanto. 2007. Penambatan nitrogen dan penghasilan indol asam asetat oleh isolate-isolat azotobacter pada pH rendah dan aluminium tinggi. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 7: 23-30.
- Gillis, M., K. Kersters, B. Hoste, D. Janssens, R. M. Kroppenstedt, M. P. Stephan, K. R. S. Teixeira, J. Do'bereiner, and J. De Ley. 1989. *Acetobacterdiazotrophicus* sp. nov., a nitrogen-fixing acetic acid bacterium associated with sugarcane. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 39:361–364.
- Jimenez-Salgado, T., L.E. Fuentes-Ramirez, A. Tapia-Hernandez, M.A. Mascarua-Esparza, E. Martinez-Romero, and J. Caballero-Mellado. 1997. *Coffea arabica* L., a new host plant for *Acetobacter diazotrophicus*, and isolation of other nitrogen-fixing acetobacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 63: 3679-3683.
- Palm, C.A. and P.A. Sanchez. 1991. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biololy Biochemistry*. 23:83–88.
- Pérez, C.A., M.R. Carmona and J.J. Armesto. 2003. Non-symbiotic nitrogen fixation, net nitrogen mineralization and denitrification in evergreen forests of Chiloe island, Chile: a comparison with other temperate forests. *Gayana Botany* 60: 25-33.
- Perry, D.A. 1994. *Forest Ecosystems*. The Johns Hopkins University Press, Maryland.

- Rengel, Z. and P. Marschner. 2005. Nutrient availability and management in the rhizosphere: exploiting genotypic differences. *New Phytologist*. 168: 305-312.
- Roskoski, J.P. 1982. Nitrogen fixation in a Mexican coffee plantation. *Plant and Soil*. 67: 2283-291.
- Rudrappa, T., K.J. Czymmek, P.W. Pare', and H.P. Bais . 2008. Root-secreted malic acid recruits beneficial soil bacteria. *Plant Physiology*. 148: 1547–1556,
- Schilizzi, S. and D.J. Pannell. 2001. The economics of nitrogen fixation. *Agronomie*, 21: 527-537.
- Vadakattu, G. and J. Paterson. 2006. Free-living bacteria lift soil nitrogen supply. *Farming Ahead* No. 169.
- Wasaki, J., A. Rothe, A. Kania, G. Neumann, V. Romheld, T. Shinano, M. Osaki, and E. Kandeler. 2005. Root exudation, phosphorus acquisition, and microbial diversity in the rhizosphere of white lupine as affected by phosphorus supply and atmospheric carbon dioxide concentration. *Journal of Environmental Quality*. 34:2157–2166.

## Diskusi

### Pertanyaan

1. (Ratrestri - GGPC, Lampung) : Apakah jenis tanah mempengaruhi mikroba yang ditemukan?
2. (Dodin Kuswadin – BB Biogen, Bogor): Bagaimana evaluasi terhadap ketahanan hama dan penyakit?

### Jawab:

1. Memang terdapat pengaruh jenis tanah, oleh karena itu dalam penelitian ini hanya menggunakan satu jenis tanah
2. Setuju untuk dilakukan evaluasi ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit.

# **EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PENYERAPAN HARA AKIBAT PENGUNAAN PUPUK HAYATI PADA TANAMAN TEH MENGHASILKAN**

Yati Rachmiati, Pudjo Rahardjo, dan Eko Pranoto  
085759014960, [pudjoduriyat@yahoo.co.id](mailto:pudjoduriyat@yahoo.co.id) dan [ekogambung@gmail.com](mailto:ekogambung@gmail.com)  
Pusat Penelitian Teh dan Kina (Pptk) Gambung  
Po.Box 1013 Bandung 40010

## **ABSTRACT**

The production target on tea plantation is high quality shoot for every plucking. Tea plant was plant that shoot harvesting regularly. Because of that, every vegetative growth determinant must be look lively. On plantation area, chemical fertilizer applied at all times will be negative impact for plant growth environment, include for its plant. Soil fertility divide from three link factors that are soil physics factor, soil chemistry factor, and soil biology factor. All of factors must be balanced, in order that fertilizer will be more effectively and more effectiveness. The government plan to raise the price up to 35% on 2010 caused fertilizer be 40 – 45% from direct cost of component production. This research was tested a combination from bio-fertilizer and conventional fertilizer on tea plantation. The aim was to know it's effectively and efficiency on tea plantation. The result show that inorganic fertilizer (chemistry fertilizer) applied at same dosage that combine with bio-fertilizer have effectiveness in nutrition absorption 2 – 4% higher compared than inorganic fertilizer without bio-fertilizer. Bio-fertilizer dosage at 4 liter/hectare/application shown effectiveness 1.5 – 3% higher compared than at 6 liter/hectare/application on same Nitrogen dosage. Whereas combination of bio-fertilizer and inorganic fertilizer applied shown effectiveness 4% in nutrition absorption with the best combination was 80% inorganic fertilizer recommendation dosage and 4 liter/hectare/application bio-fertilizer dosage.

Keywords : efficiency, effectiveness, bio-fertilizer, tea plant

## **PENDAHULUAN**

Tanaman teh adalah tanaman yang dipanen pucuknya secara teratur, sehingga setiap faktor penentu pertumbuhan vegetatifnya perlu diperhatikan, misalnya, pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu faktor produksi yang berperan langsung di dalam produktivitas tanaman. Pemupukan bertujuan untuk menjaga kesinambungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya.

Berdasarkan asal bahan pembuatnya, pupuk terbagi atas 2 (dua), yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari biomassa makhluk hidup seperti sisa/seresah pangkasan, kotoran ternak, kotoran manusia, dan lainnya. Pupuk organik ini harus mengalami proses dekomposisi atau fermentasi terlebih dahulu sehingga unsur hara yang terkandung di dalamnya dapat langsung diabsorpsi tanaman. Sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari proses pengolahan atau pabrikasi. Pupuk anorganik biasanya disebut dengan pupuk kimia.

Di areal perkebunan, penggunaan pupuk kimia yang terus menerus tanpa disertakan pupuk organik akan dapat berdampak negatif bagi lingkungan pertumbuhan tanaman termasuk tanaman itu sendiri. Penggunaan pupuk anorganik secara terus dapat menyebabkan matinya beberapa mikroorganisme yang bermanfaat dan memadatkan tanah sehingga akar tanaman tidak dapat intersepsi dengan baik. Padahal mikroorganisme tanah yang bermanfaat tersebut dapat membantu ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Untuk perkebunan teh yang berkelanjutan, pupuk anorganik perlu diimbangi dengan pupuk organik dan pupuk hayati, agar kesuburan tanahnya terjaga.

Pupuk hayati merupakan kumpulan beberapa mikroorganisme yang bermanfaat yang berperan dalam membantu ketersediaan hara pada tanah. Pupuk hayati yang digunakan mengandung *Pseudomonas*, *Bacillus megaterium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Lactobacillus*, dan Yeast sehingga berpotensi dapat menurunkan komponen biaya pemupukan dalam struktur biaya produksi tanaman perkebunan. *Pseudomonas* merupakan salah satu genus dari Famili *Pseudomonadaceae*. Bakteri ini berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri 0.5-0.1  $\mu\text{m}$  x 1.5-4.0  $\mu\text{m}$ , tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan Gram. *Pseudomonas* terbagi atas grup, diantaranya adalah sub-grup berpendarfluor (*Fluorescent*) yang dapat mengeluarkan pigmen phenazine. Diantara peranan *Pseudomonas* sp. antara lain adalah dapat menstimulir ketahanan tanaman terhadap infeksi jamur patogen akar, bakteri, dan virus (Hasanuddin, 2010). Selain itu, *Pseudomonas aeruginosa* diketahui bermanfaat dalam menurunkan jumlah ion besi ( $\text{Fe}^{3+}$ ) dalam air sehingga dapat memberikan kontribusi positif terhadap usaha penanggulangan pencemaran air

(Alfananda, *et al.*, 2010). *Lactobacillus* sp. dikenal sebagai bakteri fermentasi, seperti *Lactobacillus bulgaricus* pada yoghurt, *Lactobacillus* sp. pada terasi, dan asinan buah-buahan (Wikipedia, 2010). *Azotobacter* dan *Azospirillum* diketahui merupakan bakteri yang dapat memfiksasi nitrogen dari udara tanpa bersimbiosis dengan tanaman inangnya.

Pemberian pupuk hayati merupakan salah satu alternatif untuk menambah atau meningkatkan populasi mikroorganisme bermanfaat yang berkurang akibat pemberian pupuk kimia secara terus menerus. Oleh karena itu, untuk mengetahui efisiensi dan efektivitas penyerapan hara pada tanaman teh terhadap penggunaan pupuk hayati, maka dilakukan pengujian kombinasi pupuk hayati dengan pupuk konvensional pada tanaman teh menghasilkan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Jawa Barat blok B4 dengan ketinggian 1300 – 1400m di atas permukaan laut. Adapun jenis tanahnya adalah Andisols. Tanah Andisol mempunyai sifat spesifik antara lain: kandungan bahan organik tanah tinggi (>3%), tekstur ringan, konsistensi gembur, berat jenis rendah (<0,9 g/cm<sup>3</sup>), retensi P tergolong tinggi (>85%). Tanah di KP Gambung memiliki pH 4,5 – 5,4 dan tipe hujan B (Schmidt and Ferguson, 1951) yang memiliki bulan kering (curah hujan < 100 mm/bulan) sebanyak 3 – 5 bulan dengan curah hujan rata-rata 2.900-3500 mm/tahun.

Penelitian dilaksanakan selama 1 (satu) tahun pada areal tanaman teh menghasilkan dua tahun setelah pangkas (TP-2), populasi 13.000 tanaman/ha dengan luasan masing-masing plot percobaan 50 tanaman (5.5 m x 8,5 m).



## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 (tiga) kali ulangan. Adapun susunan perlakuannya sebagai berikut :

1. 100% dosis anjuran pupuk tunggal
2. 100% dosis anjuran pupuk majemuk
3. 100% dosis anjuran pupuk tunggal + pupuk hayati dosis 4L/ha/apl
4. 80% dosis anjuran pupuk tunggal + pupuk hayati dosis 4L/ha/apl
5. 100% dosis anjuran pupuk tunggal + pupuk hayati dosis 6L/ha/apl
6. 80% dosis anjuran pupuk tunggal + pupuk hayati dosis 6L/ha/apl
7. 100% dosis anjuran pupuk majemuk + pupuk hayati dosis 4L/ha/apl
8. 80% dosis anjuran pupuk majemuk + pupuk hayati dosis 4L/ha/apl
9. 100% dosis anjuran pupuk majemuk + pupuk hayati dosis 6L/ha/apl
10. 80% dosis anjuran pupuk majemuk + pupuk hayati dosis 6L/ha/apl
11. 100% pupuk hayati dosis 4L/ha/apl
12. 100% pupuk hayati dosis 6L/ha/apl

Dosis untuk 100% anjuran pupuk tunggal adalah :

1. 300 kg N/ha/th atau 662 kg Urea/ha/th
2. 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/th atau 250 kg SP-36/ha/th
3. 120 kg K<sub>2</sub>O/ha/th atau 200 kg KCl/ha/th
4. 50 kg MgO/ha/th atau 185 kg Kieserit/ha/th

Dosis untuk 80% anjuran pupuk tunggal + pupuk hayati dosis 4l/ha yang dipergunakan adalah :

1. 240 kg N/ha/th atau 533 kg Urea/ha/th
2. 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/th atau 200 kg SP-36/ha/th
3. 96 kg K<sub>2</sub>O/ha/th atau 160 kg KCl/ha/th
4. 40 kg MgO/ha/th atau 148 kg Kieserit/ha/th
5. 4 liter/ha/aplikasi pupuk hayati konsentrasi 10% atau 12 liter/ha/th

Dosis 100% anjuran pupuk majemuk yang dipergunakan adalah :

1. NPK (27 : 6 : 14 : 2) sebesar 778kg/ha/th yang memenuhi
  - a) 210 N kg/ha/th

- b) 46.6 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/th
- c) 108.8 K<sub>2</sub>O/ha/th
- d) 15.5 MgO/ha/th

Dosis 80% anjuran pupuk majemuk + pupuk hayati 6l/ha yang dipergunakan adalah:

1. NPK (27 : 6 : 14 : 2) sebesar 622kg/ha/th yang memenuhi
  - a) 168 N kg/ha/th
  - b) 37.3 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/th
  - c) 87.1 K<sub>2</sub>O/ha/th
  - d) 12.4 MgO/ha/th
2. 6 liter/ha/aplikasi pupuk hayati konsentrasi 10% atau 18 liter/ha/th

Parameter yang diamati adalah :

- A. Efisiensi dan efektivitas masing-masing perlakuan
- B. Analisa petikan per plot

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Efisiensi dan efektivitas masing-masing perlakuan

Perbandingan antara jumlah pupuk yang diberikan dengan produktivitas tanaman tiap hektarnya disajikan pada Tabel 1 dan rinciannya disajikan pada Tabel 2. Hal ini bertujuan untuk melihat keefisienan dan keefektifan tanaman dalam menyerap unsur hara yang diberikan melalui pupuk.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pemberian pupuk anorganik (kimia) pada dosis yang sama yang dikombinasikan dengan pupuk hayati memberikan keefektifitasan tanaman dalam menyerap unsur hara pada pupuk yang diberikan. Hal ini terlihat dari semakin kecilnya nisbah N terhadap protas (%) pada perlakuan yang menggunakan pupuk hayati. Adapun penggunaan dosis pupuk hayati 4 l/ha/aplikasi menunjukkan keefektifan yang lebih baik daripada menggunakan dosis 6 l/ha/aplikasi pada dosis nitrogen yang sama.

Tabel 1. Kebutuhan biaya pemupukan setiap perlakuan

<i>No</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Produksi Pucuk (kg/ha/th)</i>	<i>Protas (kg/ha / th)</i>	<i>Aplikasi Nitrogen (kg N/ha/th)</i>	<i>Nisbah N terhadap protas (%)</i>	<i>Kebutuhan Biaya (Rp./ha)</i>	<i>Estimasi Biaya (Rp./kg pucuk)</i>
1	100% tunggal	19,790	4,156	300	7.22	7,968,704	402
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	20,552	4,316	300	6.95	9,858,704	479
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	20,028	4,206	300	7.13	10,803,704	539
4	100% majemuk	19,951	4,189	210	5.01	7,544,444	378
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	19,895	4,178	210	5.03	9,434,444	474
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	19,585	4,113	210	5.11	10,379,444	529
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	20,266	4,256	240	5.64	8,264,963	407
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	19,695	4,136	240	5.80	9,209,963	467
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	19,623	4,121	168	4.08	7,925,556	403
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	19,485	4,092	168	4.11	8,870,556	455
11	100% pukhay 4l/ha/apl	19,568	4,109	---	---	1,890,000	96
12	100% pukhay 6l/ha/apl	19,128	4,017	---	---	2,835,000	148

Tabel 2. Kebutuhan biaya pemupukan masing-masing perlakuan

<i>No</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Produksi Pucuk (kg/ha/th)</i>	<i>Biaya Total (Rp./ha)</i>	<i>Estimasi Biaya (Rp./kg pucuk)</i>	<i>Keterangan</i>
1	100% tunggal	19,790	7,968,704	402	1. Estimasi Harga Pupuk : a) Urea Rp. 7.200/kg b) SP-36 Rp. 3.500/kg c) KCl Rp. 6.000/kg d) Kieserit Rp. 4.500/kg e) NPK (27:6:14:2) Rp. 9.500/kg f) Pukhay Rp. 140.000/liter 2. Aplikasi Pukhay sebanyak 3(tiga) kali setahun 3. Aplikasi Pemupukan granular 75 kg/HOK dan pukhay sebesar 2 liter/HOK 4. Tenaga Kerja Rp. 15,000/HOK
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	19,951	7,544,444	378	
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	20,552	9,858,704	479	
4	100% majemuk	20,266	8,264,963	407	
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	20,028	10,803,704	539	
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	19,695	9,209,963	467	
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	19,895	9,434,444	474	
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	19,623	7,925,556	403	
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	19,585	10,379,444	529	
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	19,485	8,870,556	455	
11	100% pukhay 4l/ha/apl	19,568	1,890,000	96	
12	100% pukhay 6l/ha/apl	19,128	2,835,000	148	

## B. Analisa Petik

### 1. Fluktuasi jumlah pucuk peko dan pucuk burung (pucuk/200 g) per bulan

Pengamatan jumlah pucuk peko dan burung (pucuk/100 gram) dilakukan setiap pemetikan dan ditabulasikan pada setiap bulannya sehingga diperoleh jumlah pucuk tiap 200 gram. Fluktuasi jumlah pucuk peko (pucuk/200 gram) setiap bulannya akan dipaparkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Pucuk Peko (pucuk/200 g) per Bulan

No	Perlakuan	Jumlah Pucuk Peko (pucuk/200 g)										
		Mei	Jun i	Juli	Ag us	Sep t	Okt o	No v	Des	Jan	Feb	Sblm Perl
1	100% tunggal	56.3	60.0	55.0	55.3	<b>67.3</b>	58.0	64.0	67.0	44.3	54.7	52.7
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	60.7	61.3	59.3	57.3	<b>64.7</b>	51.7	64.3	59.0	38.0	58.0	58.7
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	66.7	60.7	62.0	54.7	<b>57.7</b>	59.3	71.0	63.0	45.7	59.3	56.0
4	100% majemuk	64.0	63.3	60.7	60.0	<b>69.0</b>	58.3	62.0	58.7	45.3	64.0	55.0
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	58.7	57.7	52.0	49.7	<b>66.0</b>	56.3	66.0	57.3	48.7	62.7	47.0
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	53.3	55.7	58.0	59.0	<b>66.3</b>	57.3	64.0	62.0	45.3	54.3	48.7
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	51.0	57.7	57.3	56.0	<b>62.3</b>	56.0	60.0	61.3	47.0	60.7	53.3
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	61.3	56.3	61.3	52.3	<b>66.0</b>	56.0	53.3	68.3	41.0	61.0	49.7
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	55.0	56.7	54.3	57.3	<b>68.7</b>	56.0	62.7	60.0	47.7	54.3	48.3
<b>10</b>	<b>80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl</b>	<b>57.7</b>	<b>59.0</b>	<b>59.7</b>	<b>60.7</b>	<b>76.3</b>	<b>61.3</b>	<b>65.7</b>	<b>67.3</b>	<b>46.7</b>	<b>51.7</b>	<b>46.3</b>
11	100% pukhay 4l/ha/apl	56.7	59.0	53.3	56.0	<b>61.0</b>	57.7	63.7	62.3	42.7	54.3	50.7
12	100% pukhay 6l/ha/apl	55.7	56.0	53.7	58.0	<b>69.3</b>	56.3	63.0	61.7	43.0	57.0	45.0

Selama pengamatan, fluktuasi jumlah pucuk peko (pucuk/200 g) setiap bulannya menunjukkan pola peningkatan bila dibandingkan dengan sebelum perlakuan. Rerata perlakuan yang memberikan persentase peningkatan tertinggi adalah pada perlakuan ke-10 (**80% dosis pupuk MAJEMUK dikombinasikan dengan pupuk hayati dosis 6 l/ha/aplikasi**) sebesar 22.25%. Sedangkan rerata per bulan tertinggi terdapat pada bulan **SEPTEMBER** dengan persentase kenaikan 22.48% dan rerata setiap perlakuannya ditunjukkan pada Tabel 4. Pengujian statistik dengan taraf kesalahan (*galat*) 5% dan 1% menunjukkan hasil yang tidak nyata dengan koefisien keragaman 13.245%.

Tabel 4. Rerata jumlah pucuk peko (pucuk/200 g) bulan September

Perlakuan	Rerata
100% tunggal	67.33
100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	64.67
100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	57.67
100% majemuk	69.00
100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	66.00
100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	66.33
80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	62.33
80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	66.00
80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	68.67
80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	76.33
100% pukhay 4l/ha/apl	61.00
100% pukhay 6l/ha/apl	69.33
Rerata	<b>66.22</b>

Sedangkan untuk pengamatan jumlah pucuk burung (pucuk/200g) diharapkan setiap bulannya menunjukkan penurunan. Hal ini diasumsikan karena pucuk burung terbentuk akibat metabolisme tanaman yang terganggu dan pertumbuhan pucuknya bersifat *dorman*. Pucuk burung adalah pucuk yang tunas mudanya tidak terbentuk. Secara normal batas toleran pertumbuhan pucuk burung klon TRI 2025 sebesar 30%. Beberapa hal yang menyebabkan terbentuknya pucuk burung adalah karena iklim yang tidak sesuai, kesehatan tanaman yang berkurang, dan usia tanaman.

Pada penelitian ini hasil yang diperoleh menunjukkan fluktuasi jumlah pucuk burung (pucuk/200 gram) setiap bulannya mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan sebelum perlakuan. Peningkatan tertinggi terdapat pada perlakuan ke-4 (**80% dosis pupuk TUNGGAL dikombinasikan dengan pupuk hayati dosis 4 l/ha/aplikasi**) sebesar 39.55% dan rerata per bulan tertinggi terdapat pada bulan **AGUSTUS** dengan persentase kenaikan 38.89% seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5 berikut. Pengujian statistik dengan taraf kesalahan (*galat*) 5% dan 1% menunjukkan hasil yang tidak nyata dengan koefisien keragaman 10.825% dengan rerata setiap perlakuannya akan diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Jumlah Pucuk Burung (pucuk/200 g) per Bulan

No	Perlakuan	Jumlah Pucuk Peko (pucuk/200 g)										
		Mei	Jun i	Juli	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Sblm Perl
1	100% tunggal	50.7	46.0	49.3	<b>54.3</b>	36.3	42.7	51.3	45.0	47.3	45.7	35.0
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	43.7	51.7	56.0	<b>60.7</b>	34.0	51.7	50.3	55.0	48.3	46.4	30.7
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	43.3	53.3	50.7	<b>66.0</b>	39.0	42.0	49.3	46.0	55.0	47.4	38.7
4	100% majemuk	<b>53.7</b>	<b>46.7</b>	<b>52.7</b>	<b>53.3</b>	<b>39.0</b>	<b>42.7</b>	<b>61.3</b>	<b>49.7</b>	<b>52.7</b>	<b>46.6</b>	<b>29.7</b>
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	50.3	52.3	58.7	<b>62.3</b>	41.7	38.3	52.3	54.0	43.7	46.8	36.0
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	50.7	53.7	52.3	<b>58.0</b>	32.0	42.7	57.0	46.7	46.7	47.1	36.0
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	56.3	48.0	52.3	<b>57.7</b>	36.3	47.0	54.3	53.3	45.7	47.8	32.3
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	50.0	50.3	51.3	<b>63.3</b>	35.3	45.0	59.0	54.0	53.0	45.6	32.7
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	56.0	54.0	52.0	<b>61.0</b>	33.0	43.0	55.7	52.0	44.3	46.4	42.0
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	56.3	41.3	48.0	<b>52.7</b>	34.3	50.0	54.3	50.7	39.7	47.5	35.7
11	100% pukhay 4l/ha/apl	52.7	54.0	58.7	<b>56.3</b>	41.0	45.3	59.0	51.0	39.7	45.3	44.3
12	100% pukhay 6l/ha/apl	49.0	51.7	57.7	<b>57.0</b>	42.3	54.7	56.3	52.3	46.0	47.6	35.0

Tabel 6. Rerata jumlah pucuk burung (pucuk/200 g) bulan Agustus

Perlakuan	Rerata
100% tunggal	54.33
100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	60.67
100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	66.00
100% majemuk	53.33
100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	62.33
100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	58.00
80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	57.67
80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	63.33
80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	61.00
80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	52.67
100% pukhay 4l/ha/apl	56.33
100% pukhay 6l/ha/apl	57.00
Rerata	<b>58.56</b>

## 2. Fluktuasi berat pucuk peko dan pucuk burung (g /200 g) per bulan

Fluktuasi berat pucuk peko dan pucuk burung (g/200 g) akan ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut. Rerata berat pucuk peko (gram/200 gram) setiap bulannya menunjukkan penurunan. Penurunan tertinggi terjadi pada bulan **AGUSTUS** sebesar 29.44% dengan pengujian statistiknya pada Lampiran 1.

Sedangkan untuk berat pucuk burung setiap bulannya mengalami peningkatan dan peningkatan terbesar terjadi pada bulan **JANUARI** sebesar 20.05% bila dibandingkan dengan sebelum perlakuan. Lampiran 2 akan memaparkan hasil uji secara statistik untuk berat pucuk burung (gram/200 gram) pada bulan Januari.

Tabel 7. Berat Pucuk Peko (g/200 g) per Bulan

No	Perlakuan	Persentase Perbandingan Berat Pucuk Peko (%)										
		Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Okto	Nov	Des	Jan	Feb	Sblm Perl
1	100% tunggal	53.9	56.8	54.7	50.7	61.7	61.3	52.3	59.3	49.2	50.8	60.7
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	58.3	55.6	53.7	49.1	66.3	53.4	54.6	51.7	42.9	48.2	64.6
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	59.2	53.4	51.9	45.9	60.1	61.7	59.3	58.2	47.8	54.1	58.8
4	100% majemuk	54.3	59.0	54.1	51.3	62.3	57.3	51.2	52.3	47.4	55.9	63.4
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	55.9	52.2	47.4	45.7	57.9	58.1	55.6	51.1	53.9	54.8	54.6
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	51.6	51.9	52.2	51.7	66.5	56.7	54.1	50.7	47.7	50.3	61.7
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	48.8	54.3	52.5	50.7	61.6	55.9	54.5	53.7	49.2	52.7	60.5
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	56.9	54.0	54.8	45.8	67.3	56.0	45.9	56.8	44.8	56.6	59.9
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	52.5	51.1	51.5	49.1	66.6	59.0	53.5	53.8	49.1	49.5	54.9
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	50.5	57.3	56.8	55.3	66.3	56.6	53.2	57.9	53.5	50.2	60.9
11	100% pukhay 4l/ha/apl	52.7	52.4	50.4	51.6	61.5	59.4	52.6	55.1	53.2	50.7	57.4
12	100% pukhay 6l/ha/apl	51.4	52.3	49.9	51.1	63.4	53.2	54.1	53.8	47.2	44.0	54.8

Tabel 8. Berat Pucuk Burung (g/200 g) per Bulan

No	Perlakuan	Persentase Perbandingan Berat Pucuk Peko (%)										
		Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Okto	Nov	Des	Jan	Feb	Sblm Perl
1	100% tunggal	46.0	43.2	45.3	49.3	38.3	38.7	47.7	40.7	50.8	49.2	39.3
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	41.7	44.4	46.3	50.9	33.7	46.6	45.4	48.3	57.1	51.8	35.4
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	40.8	46.7	48.0	54.1	39.9	38.3	40.7	41.8	52.2	45.9	41.2
4	100% majemuk	45.7	40.9	45.9	48.7	37.8	42.8	48.8	47.7	52.6	44.1	36.6
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	44.1	47.8	52.7	54.3	42.1	41.9	44.4	48.9	46.1	45.2	45.4
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	48.4	48.1	47.8	48.3	33.5	43.3	45.9	49.3	52.3	49.7	38.3
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	51.2	45.7	47.5	49.3	38.4	44.2	45.5	46.3	50.8	47.3	39.5
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	43.1	45.9	45.2	54.2	32.7	43.9	54.1	43.2	55.2	43.4	40.1
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	47.5	48.9	48.5	50.9	33.4	40.9	46.5	46.2	50.9	50.5	45.1
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	49.5	42.7	43.2	44.7	33.7	43.4	46.8	42.2	46.5	49.8	39.0
11	100% pukhay 4l/ha/apl	47.3	47.6	49.6	48.5	48.5	40.6	47.4	44.9	46.9	49.3	42.6
12	100% pukhay 6l/ha/apl	48.6	47.7	50.1	48.9	36.6	46.9	45.9	46.2	52.9	55.9	45.2



## KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk anorganik (kimia) pada dosis yang sama yang dikombinasikan dengan pupuk hayati memberikan keefektifitasan tanaman dalam menyerap unsur hara 2 – 4% pada pupuk yang diberikan
2. Penggunaan dosis pupuk hayati 4 l/ha/aplikasi menunjukkan keefektifan 1.5 – 3% yang lebih baik daripada pada menggunakan dosis 6 l/ha/aplikasi pada dosis Nitrogen yang sama
3. Kombinasi penggunaan pupuk hayati dengan pupuk anorganik memberikan keefektifitasan 4% dalam menyerap unsur hara dengan kombinasi terbaik adalah penggunaan 80% dosis pupuk anorganik yang dikombinasikan dengan dosis pupuk hayati 4 l/ha/aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfananda, D.C., G. P. P. Sakti, dan J. Pramudya, 2010. Influensi *Pseudomonas aeruginosa* dan Analisisnya Terhadap Perubahan Kadar Ion Besi ( $Fe^{3+}$ ) dalam Air. <http://www.sman1-slo.sch.id/beta/ekstrakurikuler/kepengurusan.html>
- Hasanuddin, 2010. Peningkatan Peranan Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan secara Terpadu. <http://library.usu.ac.id/download/fp/fp-hasanuddin.pdf>
- Wikipedia, 2010. Bakteri. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bakteri>

Lampiran 1. Pengujian statistik berat pucuk peko (gram/200 gram) bulan Agustus

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
100% tunggal	71.90	74.87	73.45	220.22	73.41
100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	78.47	80.47	67.62	226.56	75.52
100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	78.75	65.51	73.61	217.87	72.62
100% majemuk	81.19	80.93	71.90	234.02	78.01
100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	68.31	76.20	61.20	205.71	68.57
100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	102.74	71.27	70.43	244.44	81.48
80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	81.68	74.33	72.52	228.53	76.18
80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	71.63	70.37	66.92	208.92	69.64
80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	76.63	77.67	70.97	225.27	75.09
80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	80.79	97.58	80.80	259.17	86.39
100% pukhay 4l/ha/apl	67.08	80.32	71.78	219.18	73.06
100% pukhay 6l/ha/apl	79.89	64.53	78.36	222.78	74.26
<b>Jumlah</b>	939.06	914.05	859.56	<b>2712.67</b>	
<b>Rerata</b>	78.26	76.17	71.63		<b>75.35</b>

SK	dB	JK	KT	F Hit	Interprestasi	F 0.05	F 0.01
Blok	2	275.414	137.707	3.842	*	3.44	5.72
<i>Perlakuan</i>	11	790.536	71.867	2.005	tn	2.26	3.12
Galat	22	1,266.702	57.577				
<b>TOTAL</b>	35	2,332.653					

Keterangan: tn = tidak nyata; \*\* = sangat nyata; \* = nyata; KK = 12.657%

Lampiran 2. Pengujian statistik berat pucuk burung (g/200 g) bulan Januari

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
100% tunggal	73.84	92.06	82.99	248.89	82.96
100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	93.30	75.49	102.60	271.39	90.46
100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	83.44	88.91	90.25	262.6	87.53
100% majemuk	89.85	78.55	92.62	261.02	87.01
100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	58.82	100.59	71.04	230.45	76.82
100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	77.43	88.67	96.38	262.48	87.49
80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	80.01	71.90	90.04	241.95	80.65
80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	91.41	101.84	87.45	280.7	93.57
80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	69.27	100.86	80.39	250.52	83.51
80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	63.61	71.00	84.27	218.88	72.96
100% pukhay 4l/ha/apl	75.53	81.80	71.27	228.6	76.20
100% pukhay 6l/ha/apl	83.45	102.28	82.58	268.31	89.44
<b>Jumlah</b>	939.96	1053.95	1031.88	<b>3025.79</b>	
<b>Rerata</b>	78.33	87.83	85.99		<b>84.05</b>

SK	dB	JK	KT	F Hit	Interprestasi	F 0.05	F 0.01
Blok	2	609.169	304.585	5.247	*	3.44	5.72
<b>Perlakuan</b>	11	1,330.241	120.931	2.083	tn	2.26	3.12
Galat	22	2,489.842	113.175				
<b>TOTAL</b>	35	4,429.253					

Keterangan: tn = tidak nyata; \*\* = sangat nyata; \* = nyata; KK = 12.657%

Lampiran 3. Hasil analisa hara daun setiap perlakuan

<i>No</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Analisa Hara Daun</i>				
		<i>K (%)</i>	<i>Ca (%)</i>	<i>Mg (%)</i>	<i>N (%)</i>	<i>P (%)</i>
1	100% tunggal	0.926 (SR)	1.85	0.252 (S)	2.32 (SR)	0.113 (SR)
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	0.876 (SR)	1.99	0.320 (ST)	2.42 (SR)	0.140 (SR)
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	0.813 (SR)	2.19	0.335 (ST)	2.67 (SR)	0.141 (SR)
4	100% majemuk	0.923 (SR)	1.98	0.299 (ST)	2.42 (SR)	0.111 (SR)
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	0.935 (SR)	1.79	0.275 (T)	2.86 (SR)	0.131 (SR)
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	0.855 (SR)	2.00	0.313 (ST)	2.60 (SR)	0.146 (SR)
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	0.899 (SR)	2.13	0.281 (T)	2.90 (SR)	0.141 (SR)
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	0.909 (SR)	1.93	0.273 (T)	2.43 (SR)	0.132 (SR)
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	0.921 (SR)	2.06	0.282 (T)	2.82 (SR)	0.138 (SR)
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	1.44 (S)	2.10	0.333 (ST)	3.05 (R)	0.096 (SR)
11	100% pukhay 4l/ha/apl	0.879 (SR)	2.07	0.296 (ST)	2.62 (SR)	0.140 (SR)
12	100% pukhay 6l/ha/apl	1.01 (R)	1.79	0.267 (T)	2.37 (SR)	0.130 (SR)
13	Kontrol (luar plot)	0.735 (SR)	2.01	0.281 (T)	2.41 (SR)	0.131 (SR)

**Keterangan**

**SR = Sangat Rendah, R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi**

Lampiran 4. Hasil analisa hara tanah setiap perlakuan pada akhir pengamatan

No	Perlakuan	Nilai Tukar Kation (m.e./100 g)						Kejenuhan Basa (%)	pH		C. Org (%)	N Tot (%)	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Tersedia (ppm)
		Ca	Mg	K	Na	Total	NTK		H <sub>2</sub> O	KCl				
1	100% tunggal	4.0	0.7 (R)	0.5 (R)	0.2	5.4	28.1 (S)	19.2 (SR)	5.5	4.7	4.39 (S)	0.81 (ST)	5	0.0 (SR)
2	100% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	2.7	0.4 (SR)	0.4 (R)	0.2	3.7	11.3 (R)	32.7 (S)	5.3	5.2	4.34 (S)	0.79 (T)	5	0.0 (SR)
3	100% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	3.0	0.6 (R)	0.6 (S)	0.2	4.4	32.9 (S)	13.4 (SR)	5.3	4.8	4.39 (S)	0.78 (T)	6	0.0 (SR)
4	100% majemuk	3.2	0.4 (SR)	0.5 (R)	0.2	4.3	32.8 (S)	13.1 (SR)	5.5	4.7	5.67 (T)	0.85 (ST)	7	1.5 (SR)
5	100% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	4.3	0.6 (R)	0.7 (S)	0.3	5.9	34.0 (S)	17.4 (SR)	5.5	4.8	4.26 (S)	0.74 (T)	6	0.3 (SR)
6	100% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	2.7	0.3 (SR)	0.6 (S)	0.2	3.8	32.2 (S)	11.80 (SR)	5.3	4.6	4.39 (S)	0.86 (ST)	5	9.8 (S)
7	80% tunggal + pukhay 4l/ha/apl	3.1	0.4 (SR)	0.5 (R)	0.2	4.2	29.3 (S)	14.3 (SR)	5.5	4.8	4.36 (S)	0.77 (T)	6	0.0 (SR)
8	80% tunggal + pukhay 6l/ha/apl	2.5	0.3 (SR)	0.6 (S)	0.2	3.6	30.9 (S)	11.7 (SR)	5.4	4.7	4.44 (S)	0.80 (T)	6	0.6 (SR)
9	80% majemuk + pukhay 4l/ha/apl	4.4	0.6 (R)	0.7 (S)	0.2	5.9	30.7 (S)	19.2 (SR)	5.5	4.9	4.19 (S)	0.75 (T)	6	0.0 (SR)
10	80% majemuk + pukhay 6l/ha/apl	2.9	0.4 (SR)	0.5 (R)	0.2	4.0	31.7 (S)	12.6 (SR)	5.3	4.7	3.98 (S)	0.73 (T)	5	0.8 (SR)
11	100% pukhay 4l/ha/apl	2.7	0.4 (SR)	0.5 (R)	0.2	3.8	31.2 (S)	12.2 (SR)	5.3	5.0	4.33 (S)	0.70 (T)	6	0.6 (SR)
12	100% pukhay 6l/ha/apl	2.5	0.2 (SR)	0.4 (R)	0.2	3.3	28.8 (S)	11.5 (SR)	5.2	5.0	4.56 (S)	0.70 (T)	7	0.6 (SR)
13	Kontrol (luar plot)	3.0	0.4 (SR)	0.5 (R)	0.2	4.1	27.4 (S)	15.0 (SR)	5.2	5.0	4.15 (S)	0.74 (T)	6	2.1 (SR)

Keterangan: SR = Sangat Rendah, R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi

# STRATEGI MEMPERTAHANKAN KESUBURAN TANAH UNTUK MENINGKATKAN HASIL PRODUKSI PERTANIAN TROPIKA

**Fika Arie Susanty**

Prodi Pendidikan Biologi FTMIPA-UNINDRA

Jl. Nangka No.58 Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan

[fas\\_th@yahoo.com](mailto:fas_th@yahoo.com)

## ABSTRAK

Strategi untuk mengatasi kesuburan tanah semakin berkembang dengan makin beragam dan meningkatnya kebutuhan informasi tentang kemajuan teknologi di bidang pertanian. Untuk memperoleh strategi yang tepat dan efisien sesuai dengan kebutuhan yang akan datang, maka sistem pertanian pada umumnya melibatkan berbagai disiplin ilmu yang mendukung terlaksananya agroekosistem yang mantap. Dalam tujuannya dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi tertentu. Salah satunya adalah “*Rounders type*”. *Rounders type* adalah suatu pola teknologi pada sistem pertanian di lahan kering, yang terdiri dari pertanian tanaman pangan, perkebunan, dan peternakan. Model penerapannya mirip dengan permainan *rounders*. Tanah kritis bersegi lima, dibagi atas lima bagian, yang masing-masing bagian merupakan kelompok. Di tengah-tengah lahan di buat kolam ikan dan di atas kolam ikan dibangun kandang ternak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesuburan tanah yang telah rusak dapat pulih kembali dan disana juga terjadi siklus bahan organik yang lancar. Sehingga dapat melaksanakan intensifikasi pertanian topika yang akan meningkatkan hasil produksi pertanian tanaman tropika.

Kata kunci : Kesuburan tanah, *Rounders type*, Tanaman Topika

## PENDAHULUAN

Peradaban manusia sejak zaman kuno hingga kini selalu tergantung pada lingkungan. Keperluan akan makanan senantiasa menjadi masalah yang tak ada putusya. Kurang pangan seolah-olah sudah merupakan persoalan yang akrab dengan manusia, yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan. Sadar tidak sadar, baik primitif maupun super modern manusianya, ia pasti memerlukan bahan makanan sebagai penyambung hidup namun problema bahan pangan tak henti-hentinya mengendala, yang pada gilirannya memaksa manusia memikirkan suatu cara terbaik untuk memanfaatkan lingkungan guna mengatasi masalah tersebut.

Pentingnya air bagi tanaman berperan penting, karena jika kekurangan air akan mengganggu aktivitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Manusia dapat bertahan hidup selama dua bulan tanpa makan, tapi segera meninggal apabila tidak minum air selama sepuluh hari. Tetapi pada tanaman akan mati kalau tidak ada air paling lama tiga hari. Karena pentingnya air bagi tanaman, maka pengelolaan air pada lahan selalu mendapat perhatian yang utama.

Kebutuhan air tanaman, dinyatakan sebagai jumlah satuan air yang diserap per satuan berat kering yang dibentuk, atau banyaknya air yang diperlukan untuk menghasilkan satu satuan berat kering tanaman. Selama pertumbuhan tanaman terus-menerus menghisap air dari tanah dan mengeluarkannya pada saat transpirasi.

Dalam tanah air berada di antara rongga-rongga tanah dan terikat oleh butir tanah, dengan kekuatan yang ditentukan oleh banyaknya air yang dikandung oleh tanah tersebut, atau dengan kata lain besarnya gaya untuk memisahkan air dari partikel tanah. Tanah yang banyak mengandung air menyebabkan kurangnya udara dalam tanah. Kehilangan air dalam tanah dipengaruhi oleh: bentuk tajuk tanaman (kanopi), fase pertumbuhan, kelembaban tanah, dan jenis tanaman.

Kemampuan tanah untuk memegang air tergantung pada tekstur tanah. Efisiensi penggunaan air akan meningkat dengan tingginya kesuburan tanah. Artinya semakin subur tanah, maka semakin banyak air yang diperlukan karena absorpsi hara berjalan dengan kecepatan tinggi.

Warna tanah dipengaruhi oleh adanya unsur-unsur yang teroksidasi, khususnya oksidasi besi dan mangan. Status ini memberikan warna merah, kuning, coklat kemerahan dan sebagainya. Perbaikan selalu dilakukan dengan berbagai cara dalam pengelolaan lahan produksi, misalnya dengan penggemburan tanah, memberantas gulma, mengatur drainase, pembalikan tanah beberapa minggu sebelum tanah diolah hingga gembur sebelum tanam. Hal ini merupakan pengelolaan lahan produksi untuk mengurangi keasaman tanah.

Baik secara langsung atau tidak langsung, bahwa buangan kotoran dari manusia, hewan, tumbuhan dan jasad hidup lain dibuang dan dikubur dalam tanah. Setelah beberapa lama, bahan-bahan tersebut berubah menjadi komponen

organik dan beberapa komponen anorganik tanah. Perubahan ini dilakukan oleh mikroba, yakni perubahan bahan organik menjadi substansi yang menyediakan nutrient bagi tumbuhan. Tanpa aktivitas mikroba maka segala kehidupan di bumi lambat laun akan terhambat.

Tanah merupakan campuran yang terdiri bahan organik, bahan anorganik, air, udara yang semuanya tercampur menjadi satu dalam keadaan sedemikian sempurnanya, sehingga bahan-bahan penyusun sukar dipisahkan antara satu dengan yang lainnya. Susunan rata-rata tanah yang subur adalah 45% senyawa anorganik, 25% air, 25% udara dan 5% senyawa organik.

Kesuburan tanah dapat diartikan sebagai kesanggupan tanah untuk menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Tanaman dapat menghasilkan secara maksimal bila tanaman itu tumbuh dalam keadaan subur, dan faktor-faktor di luar kesuburan sekitar tanaman tersebut menunjang pertumbuhan secara optimal.

Tanah dinyatakan subur bila dapat menyediakan unsur hara dalam jumlah cukup dan seimbang serta mempunyai aerasi yang optimum. Tingkat kesuburan kimiawi tanah terhadap kandungan unsur hara utama (NPK), keasaman (pH), kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan kandungan bahan organik merupakan suatu petunjuk untuk menduga respon tanaman terhadap pemberian pupuk pada tanah tersebut.

Namun kerusakan lahan pertanian dan terbatasnya lahan di daerah tropis sebagian besar disebabkan oleh pemilihan dan penerapan teknologi yang salah tanpa memperhatikan nilai-nilai ekologi. Beberapa dampak pemilihan dan penerapan teknologi yang tak benar yang sangat menonjol adalah erosi, teknik budi daya yang salah dan pembukaan hutan yang kurang terencana. Menurunnya kemampuan lahan sebagai akibat peningkatan komposisi racun, pencucian basa-basa, salinitas, perubahan sifat fisik tanah dan peningkatan kecepatan mineralisasi merupakan proses alami yang selalu mengancam kesuburan tanah.

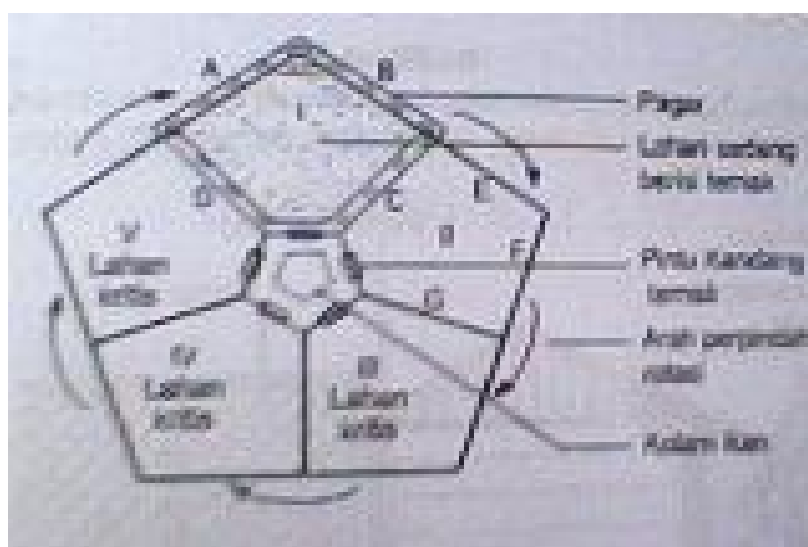
Dengan menganalisis kerugian-kerugian yang ditimbulkan oleh faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan kesuburan tanah, maka pengaturan pengendalian, terutama erosi setiap tingkat kerusakan akan berbeda-beda.



Dalam hal ini pertanian terpadu merupakan salah satu system pertanian yang melibatkan berbagai disiplin ilmu yang mendukung terlaksananya agroekosistem yang mantap. Dalam mencapai tujuannya perlu melihat pertanian merupakan suatu system yang terdiri dari berbagai subsistem dengan menerapkan teknologi tertentu. Penerapan system pertanian terpadu dilaksanakan dengan beberapa cara, diantaranya “Rounders type”.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada lahan kering tahun 2008. Tanaman yang akan ditingkatkan produksinya pada sistem Rounders type ini adalah tanaman jagung dan jeruk manis yang dapat hidup di daerah tropik. Pada tiap petak kelompok berukuran segi lima. Metode yang dilaksanakan adalah dengan menggunakan sistem rounders type. Rounders type adalah suatu pola teknologi pada sistem pertanian terpadu di lahan kering, yang terdiri dari subsistem pertanian tanaman pangan, perkebunan, perikanan dan peternakan. Model penerapannya mirip dengan permainan rounders. Tanah kritis (padang alang-alang) bersegi lima, dibagi menjadi lima bagian, yang masing-masing bagian merupakan kelompok. Di tengah-tengah lahan dibuat kolam ikan dan di atas kolam ikan dibangun kandang ternak (ayam atau kambing). Adapun gambarnya dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 1. Skema sistem Rounders type

Adapun langkah-langkah pengerjaan lahan sebagai berikut:

### 1. Mengetahui tujuan pengelolaan tanah

Sebenarnya tujuan pengelolaan tanah, bukanlah sesederhana yang dibayangkan tetapi meliputi:

- a. Menyiapkan tempat pertumbuhan bibit tanaman yang serasi dan baik
- b. Menghindarkan saingan terhadap tumbuhan pengganggu (gulma)
- c. Memperbaiki sifat-sifat fisis dan kimia serta biologis tanah

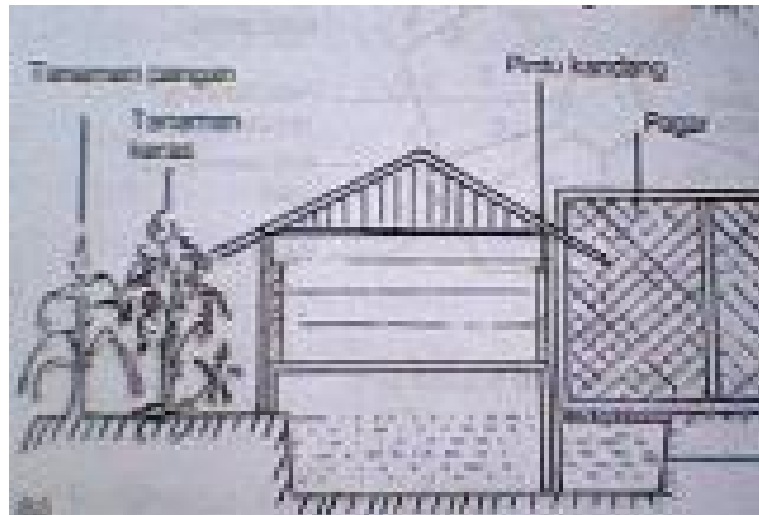
Penggemburan tanah memberi peluang bagi bibit tanaman untuk mengadakan kontak secara langsung dengan tanah agar bibit tanaman dapat menyerap air, unsur hara, udara dan panas. Pengelolaan tanah yang kurang baik akan memberikan kesempatan pada gulma tumbuh subur.

Sifat fisis, kimia dan biologis tanah kita berubah dengan adanya pengelolaan tanah yang tepat dan sempurna. Hal ini disebabkan terpecahnya agregat tanah menjadi lebih halus. Akibatnya udara dan air leluasa masuk ke dalam tanah, yang menyebabkan terjadi perubahan struktur dan komposisi kimia tanah. Perubahan kimia tanah juga akan mengubah sifat biologis tanah, karena kedua faktor itu saling berpengaruh.

### 2. Cara pengolahan tanah

Pengelolaan tanah sebelum tanam umumnya dilakukan sebanyak dua kali. Frekuensi pengelolaan tanah akan menentukan intensif tidaknya pengerjaan tanah. Selang waktu pengelolaan sebelum tanam umumnya 1-2 minggu. Pengelolaan tanah yang sempurna disamping meningkatkan proses-proses kimia dan biologis yang erat kaitannya dengan ketersediaan hara, juga mengurangi gas-gas racun dari dalam tanah, misalnya asam sulfida. Hal ini yang harus diperhatikan adalah hilangnya bahan organik.

Namun pada lahan kering seperti ini, diperlukan waktu 1-2 bulan pengelolaan tanah sebelum siap tanam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan Rounders type yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Rounders type.

Cara kerja sistem tanam dengan Rounders type sebagai berikut:

1. Pada bulan pertama dilakukan pemagaran lahan kelompok I sebagai tempat berkeliarannya ternak, sementara perencanaan penanaman keras (jeruk manis) terus berlangsung, seperti penggalian lubang dan pengemburan tanah.
2. Bulan ketiga, setelah kelompok I bekas pengembalaan ternak yang telah penuh dengan kotoran ternak diadakan penanaman tanaman pangan (jagung) dan tanaman keras (jeruk manis).
3. Berikutnya pagar kelompok I dipindahkan ke kelompok II dan kandang ternak tetap berada di tengah-tengah lahan.
4. Kandang ternak dibuat 5 buah pintu yang masing-masing mengarah ke kelompok I, II, III, IV dan V. Kotoran ternak yang jatuh ke dalam kolam akan menjadi pupuk kolam. Sekali setahun sedimen kolam yang membuat kolam menjadi dangkal dapat dijadikan pupuk bagi tanaman pangan.
5. Selanjutnya pengerjaan kelompok III, IV dan V sama seperti pada kelompok I dan II di atas.
6. Dalam jangka waktu kurang dari satu tahun seluruh lahan telah terpakai dan perluasan lahan baru dapat pula direncanakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan Rounders type menunjukkan bahwa semua lahan yang tadinya kritis dan tandus kini dengan waktu kurang dari satu tahun seluruh lahan telah terpakai dan perluasan lahan baru dapat pula direncanakan.

Hasil dari kerja sistem tanam dengan Rounders type, yaitu: Pada bulan pertama dilakukan pemagaran lahan kelompok I sebagai tempat berkeliarannya ternak, sementara perencanaan penanaman keras (jeruk manis) terus berlangsung, seperti penggalian lubang dan penggemburan tanah. Setelah penggemburan tanah dilakukan kemudian setiap tepi dari masing-masing kelompok di tanami jeruk manis. Hasilnya jeruk manis-pun dapat tumbuh dan mendapatkan pupuk dari hasil berkeliarannya ternak.

Bulan ketiga, setelah kelompok I bekas pengembalaan ternak yang telah penuh dengan kotoran ternak diadakan penanaman tanaman pangan (jagung) dengan jarak masing-masing tanaman 50 cm. Tanaman jagung bisa tumbuh karena mendapatkan pupuk dari kotoran ternak.

Berikutnya pagar kelompok I dipindahkan ke kelompok II dan kandang ternak tetap berada di tengah-tengah lahan. Fungsi kandang berada ditengah agar setiap ternak dapat berkeliaran ke semua tempat untuk mencari makan tanpa harus memindahkan kandang utamanya.

Kandang ternak sengaja dibuat lima buah pintu yang masing-masing mengarah ke kelompok I, II, III, IV dan V. Kotoran ternak yang jatuh ke dalam kolam akan menjadi pupuk kolam. Namun di dalam kolam sebelumnya di isi dengan ikan lele. Ikan lele dapat dipanen setelah dewasa dan hasil endapan kotoran ternak bisa digunakan sebagai pupuk bagi tanaman. Dua kali dalam setahun sedimen kolam yang membuat kolam menjadi dangkal dapat dijadikan pupuk bagi tanaman pangan. Kolam yang sudah dangkal dan banyak mengandung kotoran ternak dibersihkan setiap enam bulan sekali.

Pemberian air pada tanaman diambil dari kolam dengan cara siraman (springkler irrigation) dua kali dalam sehari. Hal ini dilakukan untuk mempertahankan kesuburan tanaman.

Selanjutnya pengerjaan kelompok III, IV dan V sama seperti pada kelompok I dan II di atas. Dalam jangka waktu kurang dari satu tahun seluruh

lahan telah terpakai dan perluasan lahan baru dapat pula direncanakan. Hasilnya tanaman pada setiap kelompok tidak bisa dipanen sekaligus, karena pengemburan untuk meningkatkan kesuburan tanah dilakukan secara bertahap.

Dari hasil penelitian ini diperoleh keunggulan-keunggulan dari pola Rounders type ini antara lain:

1. Dapat memulihkan kembali kesuburan tanah yang telah rusak (lahan kritis) dan menghambat perluasannya terutama akibat lahan berpindah.
2. Terjadinya siklus bahan organik yang lancar dan mudah penerapannya.
3. Terciptanya agroekosistem yang mantap dan tetap terpeliharanya kesuburan tanah dan konservasi tanah dan air.
4. Dapat melaksanakan intensifikasi, sehingga produksi pertanian dapat ditingkatkan.

## **KESIMPULAN**

Rounders type merupakan suatu strategi mempertahankan kesuburan tanah yang menggunakan pola teknologi pada sistem pertanian terpadu di lahan kering, yang terdiri dari subsistem pertanian tanaman pangan, perkebunan, perikanan dan peternakan. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan sistem Rounders type didapatkan pulihnya kembali kesuburan tanah yang telah rusak, dan terjadinya siklus bahan organik. Kesuburan tanah dengan cara tersebut ternyata dapat meningkatkan hasil produksi pertanian tropika (jagung), selain itu untuk tanaman jeruk manis juga bisa dimanfaatkan seefisien mungkin produksinya pada lahan ini. Selain itu Rounders type digunakan sebagai salah satu cara untuk melaksanakan intensifikasi, sehingga produksi pertanian dapat ditingkatkan.

## ISOTHERM ADSORPTION OF PARAQUAT (1,1'-dimetil-4,4'bipyridilium) IN THE SOILS FROM KUPANG DISTRICT AREA.

*Sherlly M. F. Ledoh, Philiphi de Rozari, and Hermania Em Wogo.*  
Department of Chemistry, Faculty of Science and Engineering  
Nusa Cendana University, NTT, Email: [phderozari@yahoo.com](mailto:phderozari@yahoo.com)

### ABSTRACT

Paraquat (1,1'-dimetil-4,4'bipyridilium) is the one type of herbicides applied widely by the farmers in the Kupang district. The impact of using its herbicide to the environment particularly for the soil is still absurd. Based on that reason, this research aims to study isotherm adsorption of paraquat (1,1'-dimetil-4,4'bipyridilium) to the soils in the Kupang District.

Soils were sampled for four sub district in the Kupang area that is, East Kupang, West Kupang, Fatueu and Takari sub district. This work included characterization of the soils, evaluation of analytical procedure for paraquat, study of isotherm adsorption pattern and determination of capacity, and energy adsorption of paraquat.

X-ray diffraction of soil sample showed that the soil mainly consisted of quartz and monmorilonite minerals. In addition, the soil contained organic matter with ranged 7,22-14,84% and existed at the acidity equivalent to pH in the range 5,30 – 7,64. The adsorption studies showed that the adsorption of soil in the Kupang District area partly followed Langmuir model with the measured adsorption energy in the range 7,95 – 0,68 KJ/mol. Based on its reversibility and adsorption pattern, the adsorptions of paraquat were categorized as a chemical adsorption while from the adsorption energy aspect, the adsorption of paraquat in the soils from the Kupang district areas were classified as a physical adsorption.

**Key words:** paraquat, adsorption, Langmuir, adsorption energy.

### PENDAHULUAN

Dalam bidang pertanian, usaha yang dilakukan untuk mencukupi kebutuhan akan pangan antara lain intensifikasi, ekstensifikasi dan diversifikasi pertanian. Salah satu upaya yang dilakukan adalah menggunakan herbisida dengan tujuan untuk mengendalikan gulma baik pada tanaman padi, palawija maupun tanaman perkebunan. Menurut Bangun dan Pane (1984) teknik budidaya pertanian dengan menggunakan herbisida telah diterapkan pada lahan kering, lahan basah dan juga lahan pasang surut.

Dengan makin meningkatnya pemakaian herbisida, baik dari segi jumlah maupun jenisnya, maka perlu diperhatikan akibat sampingan dari herbisida tersebut karena pada hakekatnya herbisida merupakan senyawa toksik. Penggunaan herbisida secara ekstensif jangka panjang untuk daerah yang relatif luas dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, dimana pada akhirnya dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Hal ini berarti informasi tentang kelakuan herbisida sangat diperlukan, baik di lingkungan perairan maupun di lingkungan teresterial, agar gangguan terhadap keseimbangan ekosistem yang ditimbulkan oleh herbisida tersebut dapat ditekan hingga tingkat yang serendah mungkin.

Salah satu herbisida yang digunakan dalam bidang pertanian adalah herbisida yang berbahan aktif paraquat (1,1 dimetil 4,4 bipyridyl). Herbisida ini banyak digunakan untuk mengendalikan gulma di berbagai daerah di Indonesia. Sejalan dengan makin meningkatnya pemakaian herbisida tersebut, maka efek penggunaan herbisida paraquat terhadap lingkungan perlu mendapat perhatian serius, mengingat herbisida ini seperti halnya senyawa kimia pada umumnya, mempunyai kemampuan untuk adsorpsi-desorpsi pada bagian-bagian partikel tanah baik dalam fraksi organik maupun fraksi anorganik.

Isoterm dan pola adsorpsi mempunyai peranan penting dalam memperkirakan perilaku herbisida paraquat di dalam tanah karena dapat digunakan sebagai sumber informasi untuk menentukan langkah-langkah pengurangan toksisitas dan proteksi lingkungan, sehingga dampak negatif penggunaan herbisida paraquat terhadap ekosistem di lingkungan dapat direduksi.

Untuk memperoleh informasi secara menyeluruh mengenai dampak penggunaan herbisida berbahan aktif paraquat bagi lingkungan tanah, perairan dan biota di beberapa daerah pertanian di Kabupaten Kupang diperlukan beberapa tahapan penelitian. Informasi ini sangat penting agar spektrum penggunaan herbisida paraquat yang sudah sangat luas dapat diatur dan dikendalikan sehingga kemungkinan kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh herbisida tersebut dapat direduksi.

## METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan gelas, neraca analitik, ball grinding mill, krus porselen, oven, spektrofotometer UV-VIS, ball grinding mill, krus porselen, oven, pH meter, ayakan berukuran 100 mesh, difraktometer Sinar-X dan spektrofotometer serapan atom (AAS).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini umumnya berkualitas analitik (*analytical grade*) meliputi : larutan paraquat 371 g/l, larutan gramoxone 276 g/l (konsentrasi aplikasi paraquat), natrium ditionit, amonium klorida, asam klorida, natrium hidroksida dan aquades

### Populasi Tanah

Populasi dari penelitian ini adalah tanah pertanian yang berlokasi di Kabupaten Kupang yang meliputi: Desa Oben Kecamatan Kupang Barat, Desa Oesao Kecamatan Kupang Timur, Desa Takari Kecamatan Takari dan Desa Camplong Kecamatan Fatuleu. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil secara acak dan masih dalam bentuk bongkahan. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0 - 30 cm dari atas permukaan tanah.

### Karakterisasi Tanah

- a. Penentuan jenis mineral penyusun tanah. Sampel tanah yang telah diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh ditentukan jenis mineralnya menggunakan metode difraksi sinar -X.
- b. Penentuan pH tanah. Masing-masing 10g sampel tanah ditambah 25 ml H<sub>2</sub>O dan 25 ml KCl 0,1 M sebagai. Kedua larutan tersebut digojog selama 4 jam, kemudian diukur pH-nya dengan menggunakan pH meter.
- c. Penentuan Kapasitas Pertukaran Kation (KPK). Lima gram tanah dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 ml ditambahkan dengan 50 ml larutan ammonium asetat 1 M pada pH 7. Digojog dan dibiarkan selama satu malam. Larutan ini kemudian disaring dan filtratnya ditampung. Tanah dicuci dengan 25-30 ml larutan ammonium asetat hingga volume filtrat 200 ml. Diambil 50 ml filtrat kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> sebanyak 3 ml dan diuapkan sampai



kering. Cairan yang hampir kering tersebut kemudian ditambahkan 5 ml  $\text{HNO}_3$  dan didigest sampai larutan tersebut berwarna bening. Kristal hasil penguapan tersebut kemudian ditambahkan 5 ml  $\text{HCl} : \text{H}_2\text{O} = 1: 1$  dan dipanaskan hingga larut kembali. Larutan tersebut diencerkan dengan menggunakan labu 100 ml hingga mencapai batas. Larutan hasil pengenceran kemudian diukur dengan menggunakan SSA untuk menentukan logam-logamnya seperti Na, K, g, Ca, Fe dan Mn.

- d. Penentuan Kadar  $\text{H}_2\text{O}$ . Sebanyak 2g sampel tanah berukuran 100 mesh dimasukkan ke dalam krus porselin yang telah dikeringkan dan sudah diketahui beratnya. Selanjutnya tanah tersebut dipanaskan di dalam oven pada suhu  $110^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Sampel yang telah diovenkan ditimbang beratnya dan catat selisih berat sampel tanah sebelum dan sesudah pemanasan

#### **Studi pola isotherm adsorpsi paraquat dan penentuan energi adsorpsi.**

Sebanyak 0,2 g sampel tanah ditambah larutan paraquat sebanyak 10 ml dengan berbagai konsentrasi ( 14,84; 29,68; 44.52; 66.78; 89.04; 103.88; 111.30; 126.14; 148.40; 185.50; 222.60; 259.70; 296.80; 371.00; 445.20; 593.60; 742.00; 890.40; 1038.80; 1484) mg/l. Campuran tersebut dishaker selama 15 jam dan disaring dengan kertas saring whatman 42. Filtrat yang diperoleh ditampung di gelas polietilena. Sebanyak 10 ml dari masing-masing filtrat diambil dan ditambahkan 2,5 ml natrium ditionit 1% (pelarut NaOH). Larutan tersebut diencerkan sampai volume mencapai 25 ml. Hasil pengenceran dari masing-masing larutan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang serapan maksimum. Kertas saring yang digunakan untuk proses penyaringan dicuci dengan aquades, dipotong kecil-kecil dan selanjutnya ditambahkan 10 ml  $\text{NH}_4\text{Cl}$  jenuh untuk mendesorpsi paraquat yang masih berada dalam kertas saring. Campuran tersebut dishaker selama 2 jam dan dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum. Pekerjaan yang sama dilakukan untuk menentukan konstanta kesetimbangan adsorpsi dan energi adsorpsi serta kapasitas adsorpsi pada gramoxone. Konsentrasi masing-masing larutan gramoxone yang digunakan adalah 14,92; 29,80; 37,27; 44,71; 52,16; 59,62; 67,07; 74,53, 111,78; 149,04;

186,34; 223,56; 298,08; 447,12; 596,16; 745,20; 894,24; 1034,18; 1266,84; dan 1490,40 mg/l.

## HASIL DAN PEMBAHASAN.

### Kandungan Mineral Penyusun Tanah.

Hasil analisis terhadap keempat jenis tanah pertanian yang berada di Kabupaten Kupang menunjukkan bahwa untuk tanah yang berasal dari Kecamatan Kupang Barat, mineral penyusun utamanya adalah quartz (56%), calcite (19%), montmorillonite (16%) dan clinoclore (9%). Untuk sampel tanah yang berasal dari Desa Oesao Kecamatan Kupang Timur, mineral utama penyusunnya terdiri atas calcite (62%), quartz (31%), montmorillonite (4%) dan almandine (3%). Sampel tanah di Kecamatan Takari mengandung mineral quartz (78%), albite 10%, chloritoid (6%), calcite (3%) dan montmorillonite (3%). Untuk sampel tanah yang berasal dari Kecamatan Fatuleu terdiri atas quartz (85%), muscovite (13%) dan actinolite (2%).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar sampel tanah yang berada di Kabupaten Kupang (Kecamatan Kupang Barat, Takari dan Fatuleu) didominasi oleh mineral kuarsa. Rumus umum dari mineral ini adalah  $\text{SiO}_2$ . Mineral silikat ini hanya mempunyai sedikit pengaruh terhadap sifat-sifat fisiko-kimia tanah, dan oleh karenanya aktifitas kimianya sangat rendah, sehingga mineral-mineral tersebut hanya penting sebagai bahan baku pengencer terhadap bahan lempung dan humat yang lebih aktif. Sampel tanah di Kabupaten Kupang ini juga didominasi oleh mineral lempung jenis 2:1 (montmorillonite, muscovite, chloritoid, clinoclore dan albite). Mineral lempung jenis 2:1 mempunyai komposisi kimia umum  $\text{Al}_3\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 + x \text{H}_2\text{O}$ . Mineral ini tersusun melalui kombinasi lempeng oktahedral aluminium yang diapit oleh dua lembar tetrahedral silika. Ketebalan lapisan tunggal mineral 2:1 yaitu 9,6 Å. Luas area permukaan spesifik lempung jenis 2:1 sangat tinggi yaitu 700-800 m<sup>2</sup>/g. Fenomena ini menyebabkan area permukaan spesifik terbuka pada dispersi dalam air, oleh karena itu mineral lempung jenis 2:1 menunjukkan sifat plastisitas dan kelekatan

yang tinggi dalam keadaan basah. Keberadaan mineral lempung jenis 2:1 ini menjadi faktor utama dalam proses adsorpsi tanah.

### **Kapasitas Pertukaran Kation, pH, kadar H<sub>2</sub>O dan Bahan organik**

Nilai kapasitas pertukaran kation sangat bergantung pada jenis tanahnya. Tabel berikut memperlihatkan harga kapasitas pertukaran kation (KPK) dari sampel tanah yang digunakan dalam penelitian.

Tabell. Harga Kapasitas Pertukaran Kation

Harga KPK (Me/100 gr)	Sampel Tanah			
	K.Barat	K.Timur	Takari	Fatuleu
Kalium (Me/100 gr)	0,71	2,76	1,73	0,82
Natrium (Me/100 gr)	0,23	0,52	0,38	0,23
Kalsium (Me/100 gr)	1,75	2,75	2,00	0,75
Magnesium (Me/100 gr)	22,80	14,40	25,60	32,40
Total	25,49	20,43	29,71	34,20

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa harga KPK berada pada kisaran 20,43 sampai dengan 34,20 Me/100 gram. Menurut Tan (1995) mineral dengan jenis 2:1 mempunyai kapasitas pertukaran kation berkisar antara 10 – 95 Me/100 gr. Hasil ini memperkuat asumsi bahwa tanah yang digunakan mengandung mineral dengan jenis lempung 2:1. Hasil yang diperoleh dari penelitian untuk penentuan kadar bahan organik, pH, dan kadar H<sub>2</sub>O diperlihatkan pada Tabel .2

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa kadar bahan organik tanah lahan pertanian di wilayah Kabupaten Kupang berkisar 7,2% - 14,8%, dengan kadar bahan organik tertinggi berada pada daerah di kecamatan Kupang Barat dan terendah berada di kecamatan Fatuleu.

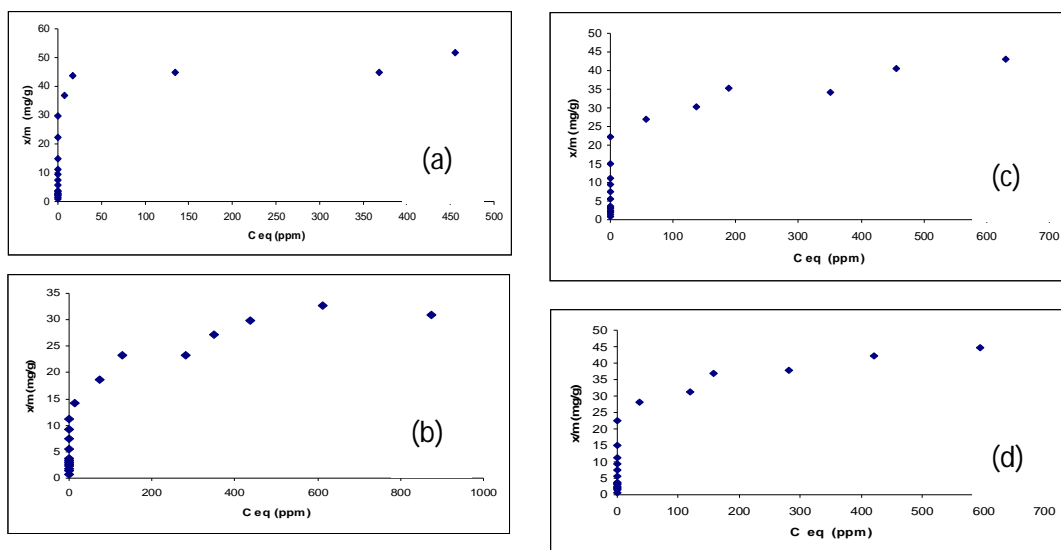
Tabel 2. Harga bahan organik, pH dan Kadar H<sub>2</sub>O Sampel Tanah.

Harga KPK (Me/100 gr)	Sampel Tanah			
	K.Barat	K.Timur	Takari	Fatuleu
Bahan organik (%)	14.840	10.063	10.305	7.218
pH (pelarut air)	7.54	7.61	7.56	5.30
pH (pelarut KCl)	6.76	7.14	7.17	5.15
Kadar H <sub>2</sub> O (%).	6.818	4.449	4.319	2.770

Kadar air sampel tanah berkisar antara 2,8% sampai dengan 6,8%. Penentuan pH larutan tanah di lahan pertanian di wilayah Kabupaten Kupang memperlihatkan bahwa pH tanah dengan pelarut air berkisar antara 5,30 – 7,61 dan dengan menggunakan pelarut KCl antara 5,15 - 7,14. Berdasarkan harga pH di atas maka dapat disimpulkan bahwa tanah pertanian di wilayah sampling mempunyai pH netral yaitu berkisar di sekitar 7, kecuali untuk sampel tanah yang diambil di Kecamatan Fatuleu dapat dikategorikan sebagai tanah asam karena mempunyai pH di sekitar 5.

### Isoterm Asorpsi Paraquat

Adsorpsi merupakan proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul atau interaksi kimia atau suatu akibat medan gaya permukaan padatan yang menarik molekul gas atau cairan.



Gambar 1. Pola isoterm adsorpsi paraquat di Kec. (a) K. Timur, (b) K. Barat, (c) Fatuleu, (d) Takari

Menurut Constenla *et al.* (1990) proses adsorpsi tanah umumnya dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi dengan ikatan yang lemah (*loosely bound*) dan adsorpsi dengan ikatan yang kuat (*tightly bound*). Adsorpsi dengan ikatan yang lemah (*loosely bound*) terjadi apabila ikatan paraquat dengan adsorben (tanah) dapat didesorpsi kembali dengan amonium klorida jenuh, sedangkan adsorpsi paraquat yang terikat kuat (*tightly bound*) terjadi apabila

paraquat yang diadsorpsi tidak dapat didesorpsi dengan amonium klorida jenuh. Paraquat yang terikat kuat hanya dapat didesorpsi kembali dengan merusak struktur mineral clay dengan merefluks menggunakan asam sulfat 9 M (Constenla *et al.*, 1990).

Hasil pengamatan terhadap tanah pada lahan pertanian di beberapa kecamatan diperlihatkan pada Gambar 1. Pola isotherm adsorpsi paraquat pada tanah di beberapa daerah pertanian di Kabupaten Kupang yang disajikan pada Gambar 1 (a-d) menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah, kenaikan konsentrasi senyawa paraquat diikuti dengan terjadinya peningkatan adsorpsi paraquat yang cukup besar. Ketika konsentrasi mulai beranjak naik konsentrasi paraquat tidak diikuti dengan kenaikan adsorpsi paraquat pada tanah atau adsorpsi paraquat pada tanah cenderung konstan. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi senyawa paraquat telah mencapai keadaan jenuh.

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 1(a-d) memperlihatkan pula bahwa pada saat konsentrasi yang sangat rendah hampir semua senyawa paraquat teradsorpsi sehingga diperoleh konsentrasi kesetimbangan yang praktis berharga nol. Pada kondisi ini tidak didapatkan konsentrasi kesetimbangan karena reaksi masih berlangsung satu arah dimana adsorpsinya masih mengarah pada pembentukan paraquat-situs aktif tanah. Fenomena ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi masih bersifat ireversibel. Adsorpsi ireversibel terjadi apabila sistem kesetimbangan adsorpsi dilakukan pemisahan terhadap larutan kesetimbangan dari padatan dan kemudian diganti pelarut murni yang sama maka hanya sedikit atau tidak ada adsorbat yang terlepas ke dalam pelarut murni. Adsorpsi ireversibel ini merupakan salah satu sifat adsorpsi kimia. Berdasarkan sifat reversibilitasnya maka adsorpsi paraquat pada sampel tanah di kabupaten Kupang (Gambar 1, a-d) dapat digolongkan sebagai adsorpsi kimia (*chemisorption*).

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 1(a-d) tentang pola isotherm adsorpsi tanah di beberapa kecamatan di Kabupaten Kupang, menunjukkan miligram paraquat yang teradsorpsi pada 1 (satu) gram adsorben tanah pada sampel di Kecamatan Kupang Barat menunjukkan hasil yang paling tinggi. Hasil yang paling rendah dari jumlah paraquat yang teradsorpsi pada tanah

diperoleh pada sampel tanah di kecamatan Fatuleu. Apabila ditinjau dari kadar mineral yang terkandung dari masing-masing sampel tanah maka faktor utama penyebab tingginya adsorpsi paraquat pada sampel tanah di Kecamatan Kupang Barat adalah tingginya persentase jenis mineral lempung 2:1 khususnya monmorilonite yaitu sebesar 16%. Fenomena ini menyebabkan area permukaan spesifik terbuka pada dispersi dalam air, oleh karena itu jenis lempung ini menunjukkan sifat plastisitas dan kelekatan yang tinggi terutama dalam keadaan basah. Jenis mineral ini sangat efektif juga dalam mengadsorpsi kation-kation yang berukuran besar karena ketebalan lapisan tunggal jenis mineral 2:1 adalah  $9,6 \text{ \AA}$ . Keberadaan mineral monmorilonit pada tanah di kecamatan Kupang Barat ini secara signifikan mempengaruhi jumlah paraquat yang teradsorpsi.

Faktor utama penyebab rendahnya adsorpsi senyawa paraquat pada sampel tanah di kecamatan Fatuleu dibandingkan dengan tanah yang berasal dari kecamatan lain di wilayah kabupaten Kupang adalah tingginya persentase mineral jenis quartz (kuarsa) (85%). Mineral kuarsa merupakan salah satu jenis mineral silika yang secara luas ditemukan di alam dan merupakan anasir penting dari fraksi lempung tanah (Tan, 1995). Mineral ini umumnya dianggap sebagai lembaran yang inert atau secara kimia tidak aktif. Mineral ini hanya mempunyai sedikit pengaruh terhadap sifat-sifat fisika kimia tanah karena aktifitas kimianya yang rendah. Luas area permukaan spesifik dari mineral ini sangat kecil yaitu  $2 - 3 \text{ m}^2/\text{g}$ . Karena luas area permukaannya sangat kecil dan bersifat inert maka proses adsorpsi senyawa paraquat pada mineral ini menjadi sangat rendah. Fenomena inilah yang menyebabkan rendahnya adsorpsi paraquat pada tanah di Kecamatan Fatuleu.

### **Energi dan Kapasitas Adsorpsi**

Apabila proses adsorpsi dianggap sebagai suatu model reaksi kesetimbangan, maka energi adsorpsinya dapat ditentukan dari harga konstanta kesetimbangan adsorpsinya ( $K$ ). Besaran energi dan kapasitas adsorpsi dapat membantu mengidentifikasi sifat dan jenis dari proses adsorpsi yang terjadi. Harga kapasitas ( $b$ ) dan konstanta kesetimbangan adsorpsi ( $K$ ) diperoleh dengan memodifikasi persamaan isoterm Langmuir.

Hasil penjabaran dari modifikasi persamaan isoterm Langmuir adalah sebagai berikut:

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{Kb} + \frac{C}{b}$$

Dimana C adalah konsentrasi kesetimbangan paraquat (M), *m* menunjukkan jumlah paraquat yang teradsorpsi pada tiap gram adsorben (mol/g), *b* menggambarkan kapasitas adsorpsi (mol/g) dan K menggambarkan konstanta kesetimbangan (M<sup>-1</sup>). Energi bebas adsorpsi paraquat pada tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$E_{ads} = -\Delta G^o = RT \ln K$$

Langmuir. Hasil dari perhitungan kapasitas, konstanta kesetimbangan dan energi adsorpsi paraquat pada sampel tanah beberapa Kecamatan di Kabupaten Kupang disajikan pada Tabel 3.

Kurva linier  $C/m$  terhadap C dari isoterm adsorpsi senyawa paraquat pada tanah di Kabupaten Kupang menunjukkan harga koefisien regresi (r) yang mendekati 1. Berdasarkan koefisien regresi ini maka cukup layak untuk menyatakan bahwa proses adsorpsi paraquat pada tanah Kalimantan mengikuti persamaan isoterm adsorpsi Langmuir. Menurut Stum and Morgan (1981) proses adsorpsi dikatakan sebagai adsorpsi kimia apabila energi adsorpsi antara adsorben dan adsorbat melebihi 40 KJ/mol. Berdasarkan pemikiran bahwa adsorpsi kimia hanya dapat terjadi pada lapisan monolayer maka menurut Langmuir kurva  $C/m$  terhadap C akan merupakan kurva linier, dengan demikian adsorpsi paraquat pada tanah yang menghasilkan kurva linier merupakan salah satu indikasi kuat bahwa proses adsorpsi tersebut berlangsung secara kimia.

Tabel 3. Parameter Langmuir untuk adsorpsi paraquat pada tanah di Kabupaten Kupang.

Jenis Adsorben	Koefisien Korelasi (r <sup>2</sup> )	Kapasitas Adsorpsi (b) mol/g	Konstanta Kesetimbangan (K) M <sup>-1</sup>	Energi Bebas Adsorpsi (ΔG) KJ/mol
T.Kupang Timur	0.9918	0.0002315	25.47	-8,1559
T. Kupang Barat	0.9943	0.0002629	69.51	-10,6847
T. Fatuleu	0.9885	0.0001650	16.65	-7,0853
T.Takari	0.9869	0.0002181	23.52	-7,9551

Energi adsorpsi yang ditampilkan pada tabel 3 bernilai negatif mengindikasikan bahwa proses adsorpsi yang terjadi berlangsung secara spontan. Tabel 5.2 menunjukkan pula bahwa energi adsorpsi senyawa paraquat berada pada kisaran 5 – 11 KJ/mol. Apabila kisaran energi ini mengikuti kisaran energi yang dinyatakan oleh Stum and Morgan (1981) ataupun Oscik (1992) maka kisaran energi ini tidak termasuk dalam kisaran energi kimia karena menurut Stum and Morgan (1981) energi adsorpsi kimia berada pada kisaran energi di atas 40 KJ/mol, sedangkan menurut Oscik (1992) kisaran energinya sebesar 80-650 KJ/mol.

Rendahnya kisaran energi ini adsorpsi yang terukur dalam penelitian ini tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan energi ikatan kimia, mengingat setiap adsorben memiliki peluang untuk mengikat adsorbat yang jumlahnya relatif lebih banyak daripada jumlah adsorbat yang diharapkan terikat berdasarkan perkiraan ikatan kimia. Fenomena ini cenderung untuk memperkecil energi yang terukur.

Berdasarkan hasil yang diperoleh baik pada pola isoterm adsorpsi maupun grafik persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat disimpulkan bahwa persamaan isoterm adsorpsi Langmuir mulai berlaku pada saat konsentrasi paraquat sisa di dalam filtrat terdeteksi. Hal ini mengindikasikan bahwa persamaan Langmuir tidak dapat digunakan untuk menghitung harga konstanta kesetimbangan adsorpsi (K) dan energi adsorpsi untuk senyawa paraquat yang terikat kuat (*tightly bound*) pada situs aktif tanah. Harga konstanta kesetimbangan adsorpsi (K) dan energi adsorpsi yang terdapat pada tabel 3. merupakan harga-harga yang berasal dari ikatan lemah (*loosely bound*). Penentuan harga kapasitas adsorpsi paraquat yang terikat kuat (*tightly bound*) dilakukan dengan cara mendesorpsi larutan paraquat yang telah melebihi batas SAC dengan menggunakan larutan amonium klorida.

Tabel 3 memperlihatkan pula bahwa kapasitas dan energi adsorpsi tanah yang berasal dari kecamatan Kupang Barat mempunyai nilai yang paling tinggi bila dibandingkan dengan kapasitas dan energi adsorpsi dari sampel tanah yang lain di Kabupaten Kupang. Fenomena ini disebabkan karena tingginya persentase jenis mineral lempung 2:1 khususnya monmorilonite di kecamatan Kupang Barat yaitu sebesar 16%. Menurut Khan (1980) mineral tipe 2:1 merupakan jenis



mineral dengan luas area permukaan spesifik yang sangat tinggi yaitu sekitar 700-800 m<sup>2</sup>/g.. Jenis mineral ini sangat efektif juga dalam mengadsorpsi kation-kation yang berukuran besar karena ketebalan lapisan tunggal jenis mineral 2:1 adalah 9,6 Å. Keberadaan mineral monmorilonit pada tanah di kecamatan Kupang Barat ini secara signifikan mempengaruhi jumlah paraquat yang teradsorpsi.

Berdasarkan Tabel 3, sampel tanah yang berasal dari kecamatan Fatuleu mempunyai kapasitas dan energi adsorpsi yang terendah bila dibandingkan dengan sampel tanah yang berasal dari kecamatan lainnya di Kabupaten Kupang. Faktor utama penyebab rendahnya kapasitas dan energi adsorpsi senyawa paraquat adalah tingginya persentasi mineral jenis quartz (kuarsa) (85%). Mineral ini umumnya dianggap sebagai lembaran yang inert atau secara kimia tidak aktif. Mineral ini hanya mempunyai sedikit pengaruh terhadap sifat-sifat fisiko kimia tanah karena aktifitas kimianya yang rendah. Luas area permukaan spesifik dari mineral ini sangat kecil yaitu 2 – 3 m<sup>2</sup>/g. Karena luas area permukaannya sangat kecil dan bersifat inert maka proses adsorpsi senyawa paraquat pada mineral ini menjadi sangat rendah. Fenomena inilah yang menyebabkan rendahnya adsorpsi paraquat pada tanah di Kecamatan Fatuleu.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil karakterisasi tanah memperlihatkan bahwa sampel tanah pertanian yang disampling di beberapa kecamatan di Kabupaten Kupang didominasi oleh mineral kuarsa dan mineral lempung dengan perbandingan 2:1. (montmorillonite, muscovite, chloritoid, clinoclore dan albite).
2. Berdasarkan pola isoterm adsorpsi Langmuir dan sifat reversibilitasnya maka dapat diindikasikan bahwa proses adsorpsi ion paraquat pada tanah di Kabupaten Kupang berlangsung melalui mekanisme adsorpsi kimia.
3. Berdasarkan pola isoterm adsorpsi, kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsi maka dapat disimpulkan bahwa harga tertinggi diperoleh pada tanah yang berasal dari Kecamatan Kupang Barat. Faktor utama yang paling berpengaruh

pada tingginya nilai kapasitas dan energi adsorpsi adalah tingginya persentase jenis mineral lempung 2:1 khususnya monmorilonite yaitu sebesar 16%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat penelitian dan pengabdian kepada Masyarakat Direktorat jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. dan H. Pane. 1984. Pengantar Penggunaan Herbisida pada Tanaman Pangan, Buletin Teknik no.7, Bogor.
- Constenla, M.A., D. Riley, S.H. Kennedy, C.E. Roja, L.E. Mora, and J.E.B. Stevens. 1990. Paraquat Behaviour in Costarican Soils and Residues in Coffee. *Journal Agriculture Food Chemistry*, vol.38, 1985-1988.
- Khan, S.U. 1980. *Pesticides in the Soils Environment*, Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam.
- Oscik, J. 1992. *Adsorption*, John Wiley, Chichester.
- Stum, W. and J.J. Morgan. 1981. *Aquatic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York.
- Tan, K.H. 1995. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Edisi 4, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

**PENGARUH KOMPOS PUPUK KANDANG SAPI DAN MIKROBA  
PELARUT FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI  
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) PADA TANAH ULTISOL**

**Rizka Novi Sesanti\*, Darwin H. Pangaribuan\*\*, dan Yafizham\*\***

*\*Staf Pengajar Jurusan Budidaya Tanaman Pangan Politeknik Negeri Lampung*

*\*\*Staf Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Lampung*

*e-mail: [rizkanovisesanti@yahoo.com](mailto:rizkanovisesanti@yahoo.com) dan e-mail: [bungdarwin@yahoo.com](mailto:bungdarwin@yahoo.com)*

**ABSTRACT**

This study aims to (1) compare the effect of application with and without phosphate solubilizing microbes in the growth and yield of tomato in Ultisol (2) to compare the effect of multiple doses of cow manure composts in the growth of tomatoes in Ultisol (3) to determine the dose of compost with or without microbial solubilizing for the best yield of tomato plants. The treatment was applied in 2 x 5 factorial design with three replications. The first factor was the solubilizing microbes, with doses of 0 g / l of water (P0) and 20 g / l of water (P1) and the second factor was the dose of organic materials, namely 0 tons / ha (B0), 10 tons / ha (B1), 20 tons / ha (B2), 30 tons / ha (B3), and 40 tons / ha (B4). Each unit of the experiment applied to the experimental plots according to the randomized group design. The results showed that (1) Leaf Area Index analyses showed a similar pattern, namely a quadratic pattern. (2) Application with and without phosphate solubilizing microbes did not give a real difference to the growth and production of tomatoes unless the tomatoes sugar level. (3) Application of compost 40 tons / ha and 30 tons / ha without MPF scheme (P0B4) gave the best result in the production of the observed variables. However, in the treatment of compost which is accompanied MPF scheme (P1B0, P1B1, P1B2, P1B3, and P1B4) , it showed that the presence of MPF scheme in the compost doses of 10 ton and 20 tons (P1B1, and P1B2) provided products that were not significantly different with the application of compost 30 tons and 40 tons (P1B3 and P1B4).

Key Words: Cow manure, compost, phosphate solubilizing microbes, tomatoes

## PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang dapat dibudidayakan di dataran rendah dan dataran tinggi (Redaksi Agromedia, 2007). Permasalahan yang dihadapi dalam budidaya tomat dataran rendah khususnya di Lampung adalah bahwa sebagian besar lahan yang ada didominasi oleh lahan kering dari jenis ultisol.

Pemanfaatan tanah ultisol menghadapi beberapa kendala yaitu kemasaman tanah tinggi, pH rata-rata rendah, kejenuhan Al tinggi, miskin kandungan hara makro terutama P, dan kandungan bahan organik rendah (Pustaka Deptan, 2009).

Hanafiah (2005), menjelaskan bahwa pemberian bahan organik secara periodik kedalam tanah dapat meningkatkan jumlah dan aktivitasnya mikroba tanah. Selain dari pada itu, rendahnya kandungan bahan organik dalam tanah ultisol dapat diatasi dengan pemberian bahan organik berupa kompos pupuk kandang sapi. Masalah rendahnya ketersediaan P dapat diatasi dengan menggunakan mikroba pelarut fosfat (MPF). Oleh karena itu, pemberian kompos pupuk kandang sapi disertai MPF diharapkan dapat membantu meningkatkan kandungan bahan organik, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba pelarut fosfat dalam menyediakan P dan unsur-unsur lainnya, serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

Penelitian ini bertujuan: (1) membandingkan pengaruh pemberian beberapa dosis kompos dalam pertumbuhan tomat pada tanah ultisol (2) membandingkan pengaruh pemberian dan tanpa pemberian mikroba pelarut fosfat dalam pertumbuhan dan produksi tanaman tomat pada tanah ultisol (3) menentukan dosis kompos dengan atau tanpa mikroba pelarut fosfat yang menghasilkan produksi terbaik tanaman tomat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kota Metro, Lampung dari bulan Oktober 2008 sampai dengan Februari 2009. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat varietas Permata, pupuk kandang sapi yang difermentasikan (kompos) dan mikroba Pelarut Fosfat. Alat-alat yang digunakan adalah cangkul,

gembor, sabit, bak semai, bambu ajir, label, timbangan, jangka sorong, dan alat tulis.

Perlakuan diterapkan dalam rancangan faktorial 2 x 5 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah mikroba pelarut fosfat , yaitu 0 g/l air dan 20 g/l air dan faktor kedua adalah dosis bahan organik, yaitu 0 ton/ha, 10 ton/ha, 20 ton/ha, 30 ton/ha, dan 40 ton/ha. Setiap satuan percobaan diterapkan pada petak percobaan menurut rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS). Pemisahan nilai tengah dilakukan dengan menggunakan uji BNT pada taraf nyata 5%

### **Pelaksanaan Penelitian**

Benih tomat disemai dalam bedengan persemaian. Media penyemaian adalah campuran tanah : pupuk kandang sapi (2:1), kemudian bibit dipindahtanamkan ke dalam polybag, hingga berumur 21 hari. Selanjutnya bibit dipindahtanam di lapangan.

Tanah dibuat bedengan dengan lebar 100 cm, tinggi 40 cm, serta jarak antar bedengan 30 cm, panjang bedengan pada masing-masing petak percobaan adalah 4 m, permukaan bedengan diratakan kemudian ditutup dengan plastik mulsa hitam perak. Ukuran plot untuk setiap percobaan adalah 4 m x 3,6 m dengan jarak antarulangan 0,5 m. Tomat ditanam dengan jarak 50 cm x 60 cm. Kompos dari pupuk kandang sapi yang difermentasikan dibuat sebelum melakukan penelitian kemudian dicampur merata pada tanah sedalam 15—20 cm. Kompos tersebut diberikan seminggu sebelum menanam bibit tomat di lapangan, Aplikasi MPF dilakukan dengan cara melarutkan MPF kedalam air (dosis yang digunakan adalah 20 g/l) kemudian larutan tersebut disiramkan pada polibag yang berisi bibit tomat yang berumur satu minggu.

Selanjutnya, dilakukan kegiatan pemeliharaan, yang meliputi penyiraman, pemberian ajir, penyiangan gulma dan pengendalian hama penyakit. Panen dapat dilakukan mulai umur 70-80 hst, sebaiknya tomat dipanen saat buah sudah sampai pada fase semburat merah.

## Pengamatan

(1) Analisis Tanah yang dilakukan sebelum dan sesudah percobaan. (2) Analisis pertumbuhan berupa Indeks Luas Daun 5 tanaman contoh pada 27, 37, 47, 57, dan 67 HST. (3) Bobot buah per petak, yang diukur dengan menimbang bobot buah segar saat panen. (4) Buah Layak Jual dan (5) Kadar gula buah (Brix) yang diukur menggunakan refraktometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menyajikan hasil analisis tanah saat sebelum dilakukan aplikasi kompos pukan sapi dan mikroba pelarut fosfat (MPF), sedangkan tabel 2 menyajikan hasil analisis tanah setelah dilakukan aplikasi kompos pukan sapi dan MPF .

Tabel 1. Analisis Tanah Awal Sebelum Pengolahan Tanah

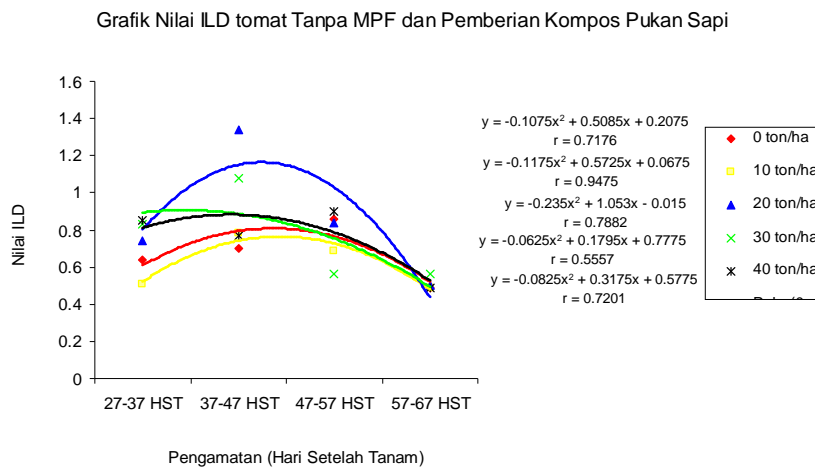
Petak Percobaan	N-tot (%) Kejdhl	P (ppm) Bray-1	1N KCl (me/100g)		pH 1:2,5	
			Aldd	Hdd	H2O	KCl
P0B0	0.07	1.40	0.15	0.05	5.20	6.11
P0B1	0.08	1.83	0.35	0.05	5.31	6.37
P0B2	0.08	1.42	1.20	0.10	5.03	4.07
P0B3	0.07	1.08	1.10	0.10	4.75	3.93
P0B4	0.07	1.05	0.50	0.10	5.03	4.05

Tabel 2. Analisis Tanah Akhir setelah Percobaan

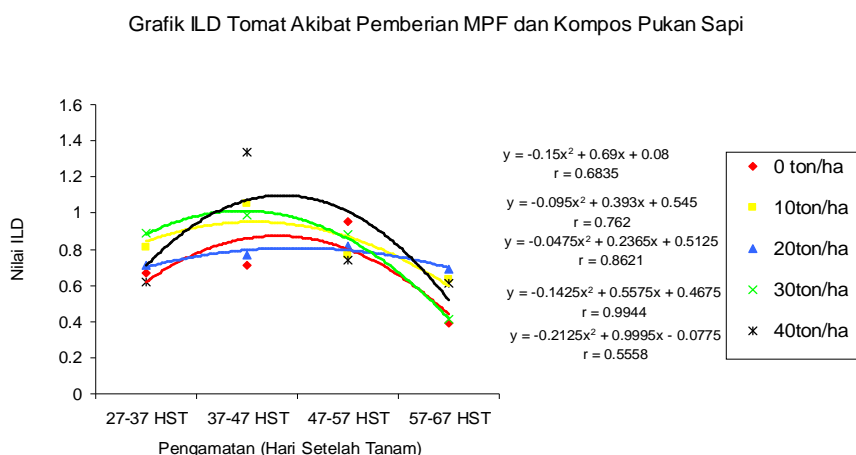
Perlakuan	N-tot (%) Kejdhl	P (ppm) Bray-1	1N KCl (me/100g)		pH 1:2,5	
			Aldd	Hdd	H2O	KCl
P0B0	0.16	9.270	0.15	0.05	6.88	5.38
P0B1	0.15	24.99	0.15	0.05	7.42	6.80
P0B2	0.14	38.72	0.15	0.05	7.25	6.45
P0B3	0.14	31.63	0.15	0.05	5.42	6.70
P0B4	0.17	54.57	0.20	0.05	6.12	5.41

## Indeks Luas Daun

Perkembangan indeks luas daun (ILD) tanaman tomat akibat pemberian kompos pukan sapi dan tanpa pemberian mikroba pelarut fosfat (MPF) pada pengamatan 27—67 HST disajikan gambar 1. Pola perkembangan ILD pada masing-masing perlakuan menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu, nilai ILD meningkat hingga mencapai maksimum kemudian nilai ILD menurun seiring dengan pertambahan umur tanaman. Secara umum nilai ILD maksimum tomat pada perlakuan tersebut dicapai pada pengamatan 37—47 HST.



Gambar 1. Hubungan antara penambahan umur tanaman tomat dengan indeks luas daun (ILD) pada pemberian kompos pukan sapi dan tanpa MPF



Gambar 2. Hubungan antara penambahan umur tanaman tomat dengan indeks luas daun (ILD) pada pemberian MPF dan kompos pukan sapi

## Analisis Produksi

Hasil Analisis BNT untuk variabel pengamatan produksi tomat akibat pemberian MPF dan kompos pukan sapi disajikan pada tabel 4. Perlakuan MPF menunjukkan perbedaan yang nyata pada variabel pengamatan brix (kadar gula) tomat. Pemberian MPF menunjukkan nilai brix yang lebih tinggi (5,06a) dibandingkan dengan tanpa pemberian MPF ( 4,95b).

Tabel 4. Hasil Analisis BNT untuk Variabel Pengamatan Produksi Tomat Akibat pemberian Mikroba Pelarut Fosfat dan Kompos Pukan Sapi

Perlakuan	Produksi/ Petak		Buah Layak Jual	Brix		
Mikroba Pelarut Fosfat (P)						
P0	55311	a	1050.34	A	4.95	B
P1	48703	a	909.02	A	5.06	A
BNT	8803		174.59		0.103	
Kompos Pukan Sapi (B)						
B0	40596	c	747.40	C	4.88	C
B1	45780	bc	850.30	bc	4.94	Bc
B2	50968	abc	959.90	abc	5.01	Abc
B3	59596	ab	1124.20	ab	5.07	Ab
B4	63095	a	1216.70	a	5.13	A
BNT	13919		276.05		0.163	
Interaksi P X B						
P0 B0	39687	c	734.70	b	4.79	B
B1	40712	c	750.70	b	4.97	Ab
B2	54929	bc	1057.40	ab	4.95	Ab
B3	64085	ab	1235.50	a	4.93	Ab
B4	77143	a	1473.50	a	5.11	A
BNT	21134		425.21		0.273	
P1 B0	41505	a	760.10	A	4.97	Bc
B1	50849	a	949.80	A	4.90	C
B2	47007	a	862.40	A	5.07	Abc
B3	55107	a	1013.00	A	5.21	A
B4	49048	a	959.90	A	5.14	Ab
BNT	14636		285.76		0.187	



Pada perlakuan kompos pukan sapi, terlihat bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada masing-masing perlakuan. Peningkatan dosis kompos pukan sapi menyebabkan terjadinya peningkatan produksi per petak tomat dan buah layak jual. Kemudian, pada variabel brix terlihat bahwa terjadi peningkatan brix, seiring dengan peningkatan dosis kompos pukan sapi. Hasil interkasi antara MPF dan kompos pukan sapi (tabel 4) menunjukkan bahwa pada kombinasi perlakuan tanpa MPF (P0) dan Kompos Pukan sapi (B0,B1,B2,B3, dan B4) terdapat perbedaan yang nyata pada variabel pengamatan produksi per petak, produksi layak jual dan variabel brix. Lebih lanjut diketahui bahwa pada kombinasi perlakuan MPF (P1) dan kompos pukan sapi (B1, B2, B3, dan B4) terlihat bahwa perbedaan yang nyata terjadi pada variabel brix. Sedangkan pada variabel produksi per petak, dan buah layak jual terlihat tidak ada perbedaan yang nyata pada masing-masing kombinasi perlakuan.

## **Pembahasan**

Hasil analisis tanah awal (Tabel 1.) menunjukkan bahwa kandungan N, P, dan K dalam tanah tersebut termasuk dalam kriteria sangat rendah, selanjutnya pH tanah yang diukur menunjukkan nilai berkisar antara 4,73—5,31, nilai tersebut termasuk dalam kriteria agak masam (Balitanah, 2009).

Namun demikian, nilai yang berbeda ditunjukkan pada analisis tanah akhir (Tabel 2.) yaitu, setelah diaplikasikan kompos pukan sapi dan MPF, ketersediaan N, P, dan K meningkat. Hakim *et al.* (1989) mengemukakan bahwa bahan organik dapat mempengaruhi sifat kimia tanah berupa pengikatan unsur N, P, dan S dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme, sehingga terhindar dari pencucian, yang kemudian unsur-unsur tersebut dapat tersedia kembali. Soelaeman (2007) mengemukakan bahwa penambahan bahan organik kedalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah.

Selanjutnya pH tanah pada akhir percobaan (Tabel 2.) mengalami kenaikan nilai menjadi 5,42—7,42 (kriteria agak masam dan netral). Kenaikan nilai tersebut diduga karena pengaruh dari pemberian kompos pukan sapi. Soeloeman (2007) menyatakan bahwa dekomposisi lanjut dari kompos pupuk

kandang sapi pada kurun waktu penanaman telah cukup banyak melepaskan ion OH- dari kompleks jerapannya, sehingga berakibat pada kenaikan pH tanah.

Menurut Gardner *et al.* (1991), ILD merupakan ratio permukaan daun (satu sisi saja) terhadap luas tanah yang ditempati oleh tanaman budidaya. Secara umum perkembangan ILD 10 harian selama 4 periode tumbuh tomat dengan dan tanpa MPF yang disertai berbagai dosis pukan sapi menunjukkan pola yang relative sama, yaitu kuadratik. Perkembangan nilai ILD (Gambar 1.) pada perlakuan tanpa MPF yang disertai kompos pukan sapi 20 ton/ha (P0B2) meningkat lebih cepat jika dibandingkan dengan control (P0B0). Sedangkan pada gambar 2 perkembangan ILD yang paling cepat ditunjukkan pada perlakuan pemberian MPF yang disertai dengan kompos pukan sapi 40 ton/ha (P1B4).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis kompos pukan sapi nyata meningkatkan variabel produksi tomat secara linier (Tabel 4.). Artinya semakin tinggi dosis kompos pukan sapi yang diberikan, produksi tomat juga ikut meningkat. Produksi tomat per petak tertinggi yang diperoleh pada sebesar 77,143 kg pada perlakuan 40 ton/ha kompos pukan sapi (B4). Togun *at al.* (2004), mengemukakan bahwa pemberian kompos dosis 40ton/ha mampu menghasilkan produksi tomat hingga 18,5 ton/ha.

Selanjutnya, perlakuan berbagai dosis kompos pukan sapi juga mampu meningkatkan kadar gula dalam buah. Semakin tinggi dosis kompos pukan sapi, maka semakin tinggi kadar gula dalam buah. Menurut Pangaribuan dan Pujisiswanto (2007), peningkatan dosis bahan organik pukan sapi menyebabkan buah tomat lebih cepat matang yang mengakibatkan terjadi pemecahan oksidatif dari bahan-bahan yang kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak, sehingga kandungan pati tomat menurun dan gula sederhana terbentuk.

Kemudian interaksi yang terlihat antara perlakuan tanpa MPF (P0) dan kompos pukan terlihat bahwa terjadi peningkatan produksi tomat pada berbagai variabel pengamatan tersebut seiring dengan peningkatan dosis kompos pukan sapi.

Hal yang menarik terjadi pada pemberian MPF yang disertai kompos pukan sapi. Pada percobaan pertama pemberian MPF (P1) yang disertai berbagai dosis kompos pukan sapi (10 ton, 20 ton, 30 ton, dan 40 ton) menyebabkan

variabel produksi buah per petak tidak berbeda nyata. Padahal pada perlakuan tanpa MPF, terlihat bahwa semakin tinggi dosis kompos yang diberikan maka semakin tinggi pula produksi tomat yang dihasilkan. Hal ini diduga bahwa kehadiran MPF pada dosis kompos pukan sapi 10 dan 20 ton (P1B1 dan P1B2) sudah mampu memberikan produksi yang tidak berbeda nyata dengan dosis kompos pukan sapi 30 dan 40 ton (P1B3 dan P1B4). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zulkarnain (2003) menunjukkan bahwa pemberian dosis pupuk kandang 15 ton/ha dengan penambahan MPF 24,10 g/kg mampu menghasilkan bobot biji/tongkol terbaik yaitu 112,63 g.

### **KESIMPULAN**

(1) Analisis ILD secara umum menunjukkan pola yang sama, yaitu pola kuadratik. (2) pemberian dan tanpa pemberian mikroba pelarut fosfat tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tomat kecuali pada variabel kadar gula buah tomat. (3) Pemberian kompos 40 ton/ ha dan 30 ton/ha tanpa disertai MPF (P0B4) memberikan hasil terbaik pada variabel pengamatan produksi. Namun demikian, pada perlakuan pemberian kompos yang disertai MPF (P1 B0, P1B1, P1B2, P1B3, dan P1B4) terlihat bahwa kehadiran MPF pada kompos dosis 10 ton dan 20 ton (P1B1, dan P1B2) sudah mampu memberikan hasil produksi yang tidak berbeda nyata dengan pemberian kompos 30 ton dan 40 ton (P1B3 dan P1B4).

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Gardner, P., R. Franklin, B. Pearce and R. L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Diha, G. B. Hong and H.H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.

- Pangaribuan, D dan H. Pujisiswanto. 2007. Pemanfaatan Bahan Organik untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Buah Tomat. Laporan Akhir Hibah Penelitian PHK A-2. Universitas Lampung. Lampung. 45 hlm.
- Redaksi Agromedia. 2007. Panduan lengkap budidaya tomat dataran rendah. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Soelaeman, Y. 2007. Efektivitas Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Ketersediaan Fosfat, Pertumbuhan dan Hasil Padi dan Jagung pada Lahan Kering Masam. Jurnal Tanah Tropika Vol 13 No. 1. Januari 2008.
- Togun, A. O., W. B. Akanbi and J. A. Adediran. 2004. Growth, Nutrient Uptake and Yield of Tomato in Response to Different Plant Residue Compost. Food, Agricultura and Environment Vol.2 (1): 310—316.
- Pustaka Deptan. 2009. Ultisol [www.pustaka-deptan.go.id](http://www.pustaka-deptan.go.id). Diakses 20 desember 2009.
- Balitanah. 2009. Kriteria Penilaian Sifat Fisik Tanah . [www.Balitanah.litbang.deptan/pusat-penelitian-tanah.go.id](http://www.Balitanah.litbang.deptan/pusat-penelitian-tanah.go.id).. Diakses 11 januari 2010.
- Zulkarnain, E. I. 2004. Pengaruh Pemberian Mikroba pelarut fosfat dan Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

# **PENERAPAN PAKET TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN WAKTU PANEN CABAI PADA DATARAN TINGGI KERINCI**

*Syafri Edi<sup>1)</sup> dan Alvi Yani<sup>2)</sup>*

<sup>1)</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi

<sup>2)</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung

## **ABSTRACT**

In level of farmer of vegetable productivity of Jambi Province relative still lower, so that weak market competitiveness and farmer advantage not yet optimal. Among its cause less precise conducting technology. In general farmer use the chemical manure above fomentation dose, not yet used the organic manure and or fertilize the cage, seed used by a local seed was born of crop itself. The experiment was aimed to know the increasing of farming system productivity of chili with the technological repair of proportional introduction fertilization and use the pre-eminent varieties by a farmer technology. Activity executed in Countryside of Pelompek, Gunung Tujuh Subdistrict, Kerinci Regency of including agro ecosystem of dry farming wet climate plateau with the type of land Andisol at height 1475 m dpl. The research was conducted in April up to December 2007. Chili used hybrid varieties, proportional package introduction fertilization were 300 kg of SP-36, 100 kg of Urea, 100 kg of ZA, 200 kg of KCL, 100 kg of NPK Mutiara, 15 of Borax, 500 kg of dolomit and 10.000 kg / ha organic manure, technological package of farmer were 450 kg of SP-36, 200 kg of Urea, 100 kg of ZA, 350 kg of KCL and 200 kg / ha NPK Mutiara. Yield of introduction package was 10.279 kg / ha and farmer package was 7.938 kg/ ha, height of yield of introduction package in supporting by chili production in each harvest times and amount of better crop from farmer package and also lower of the pest attack and disease. Introduction package could improve the yield 2.341 kg/ ha or 29,49 % was higher than farmer package.

Key Words ; Chili (*Capsicum annuum*, L), Cultivation technology, Fertilization Package, High Land, Kerinci, Jambi

## **PENDAHULUAN**

Cabai (*Capsicum annuum*. L) merupakan salah satu komoditas sayuran penting dan bernilai ekonomi tinggi di Indonesia, tanaman ini dikembangkan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik (2009), produktivitas cabai nasional Indonesia tahun 2008 adalah 6.44 t/ha, walaupun

demikian angka tersebut masih sangat rendah bila dibandingkan dengan potensi produksinya. Sumarni dan Muharam (2005) menyatakan potensi genetik cabai merah sekitar 12-20 t/ha.

Budidaya cabai cukup prospektif walaupun terkadang harganya turun cukup drastis, budidaya cabai masih cukup menguntungkan karena kebutuhan masyarakat tiap tahun cenderung meningkat. Sebagai sayuran, cabai merah selain memiliki nilai gizi yang cukup tinggi, juga mempunyai nilai ekonomi tinggi. Pemanfaatannya sebagai bumbu masak atau sebagai bahan baku berbagai industri makanan, minuman dan obat-obatan membuat cabai merah semakin menarik untuk diusahakan (Sumarni dan Muharam, 2005). Ada dua faktor yang sangat menentukan dalam keberhasilan usahatani cabai yaitu (1) dapat memprediksi harga yang bakal terjadi pada saat tanaman mulai panen dan (2) dapat mengaplikasikan teknologi budidaya secara tepat dan benar.

Luas tanam komoditas cabai merah dari tahun ketahun sangat berfluktuatif, pada tahun 2008 luas panen cabai merah di Kabupaten Kerinci 2.031 ha dengan produksi 19.072 ton atau produktivitas sebesar 9,39 t/ha (BPS Kab. Kerinci, 2009). Di tingkat petani produksi sayuran Provinsi Jambi secara umum relatif masih rendah, sehingga daya saing pasar tidak kuat dan keuntungan petani tidak optimal. Penyebabnya di antaranya adalah teknologi budidaya yang kurang tepat, secara umum masih menggunakan bibit lokal dari turunan tanaman sendiri, menggunakan pupuk kimia di atas dosis anjuran, belum menggunakan pupuk organik ataupun pupuk kandang, dan tingginya serangan hama serta penyakit mendorong petani menggunakan pestisida di atas dosis anjuran hal yang sama dikemukakan oleh Nurdin dan Setiawati (2000). Selanjutnya Asandhi *et al.* (2001) menyatakan pengaruh pemupukan bukan saja terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tetapi juga terhadap nutrisi tanaman, yang berpengaruh langsung pada tingkat ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit.

Budidaya cabai hibrida dan pemupukan berimbang dapat menekan perkembangan dan intensitas serangan hama dan penyakit, serta mampu meningkatkan produksi tanaman. Setiawati dan Suprihartono (2000) merekomendasikan pemupukan anjuran untuk tanaman cabai menggunakan Mulsa Plastik Hitam Perak (MPHP) adalah 20-30 ton pupuk organik kotoran sapi, 100-

150 kg Urea, 300-450 kg ZA, 100-150 kg TSP, 150-200 kg/ha KCL dan 1,5 g/l (400 l/ha) NPK. Aplikasi MPHP merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencucian unsur hara tanaman, meningkatkan efisiensi pemupukan, mengurangi serangan hama dan penyakit, mempertahankan kelembaban dan suhu tanah yang menguntungkan. Jika suhu lingkungan meningkat maka aktivitas fotosintesis meningkat, Rosliani *et al.* (2001) menyatakan bahwa pertumbuhan dan hasil tanaman cabai meningkat dengan penggunaan mulsa plastik.

Berdasarkan uraian di atas dilakukan kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan produktivitas usahatani cabai merah keriting dengan perbaikan teknologi introduksi pemupukan berimbang dan menggunakan varietas unggul dengan teknologi ditingkat petani.

## **METODOLOGI PENGAJIAN**

### **Lokasi dan Waktu**

Kegiatan dilaksanakan di Desa Pelompek Kec. Gunung Tujuh Kab. Kerinci termasuk agroekosistem lahan kering dataran tinggi iklim basah (LKDTIB) dengan jenis tanah Andisol pada ketinggian 1475 m dpl. daerah pengkajian merupakan kawasan laboratorium lapang Prima Tani Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi. Kegiatan dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Desember 2007.

### **Metode**

Penentuan lahan dan petani kooperator didasarkan pada (1) lahan bukan bekas penanaman tanaman cabai atau yang sefamili, (2) petani kooperator telah berpengalaman berusahatani cabai, mau bekerjasama dan menerima inovasi teknologi yang akan diintroduksikan, dan (3) petani kooperator tergabung dalam kelompok tani dan kelompok tani tersebut merupakan anggota gapoktan. Teknologi yang diintroduksikan meliputi : (1) Penggunaan varietas unggul, (2) Pemupukan berimbang, dan (3) Pengelolaan hama dan penyakit secara terpadu, sesuai dengan tingkat serangan di lapangan. Luas lahan penanaman 0,50 ha untuk masing-masing paket.

Pengolahan tanah dilakukan dua kali, pertama dengan traktor dan olah tanah kedua dengan cangkul pada kedalaman 20-30 cm. Setelah olah tanah pertama diistirahatkan selama dua minggu, kemudian dilanjutkan olah tanah kedua dengan pembuatan bedengan yang berukuran lebar 1,15 m, tinggi 0,4 m, panjang 15 m dan jarak antara bedengan 1 m. Setelah olah tanah kedua, dilakukan pemberian pupuk organik dan SP-36 disebar merata dan dicangkul pada permukaan bedengan, kemudian pasang MPHP, istirahatkan lahan selama 7 hari, buka MPHP dan taburkan secara merata pupuk ZA, Urea dan KCl. Aduk pupuk dengan tanah permukaan bedengan menggunakan cangkul sampai tanah permukaan halus dan pupuk telah merata, pasang kembali MPHP yang telah dibuat lobang tanam, pasang penjepit agar rapi dan tidak rusak terkena angin. Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk kandang kotoran sapi yang telah diinkubasi dengan EM-4.

Penanaman dilakukan 10 hari setelah pemberian pupuk dasar II, dengan jarak tanam 60 x 60 cm secara zigzag, dilakukan pagi atau sore hari agar tanaman tidak layu terkena sinar matahari. Perimpelan dilakukan terhadap tunas yang muncul dibagian batang, dilakukan sampai panen I dan perimpelan bunga pertama. Pemasangan ajir dilakukan sebelum bunga pertama keluar, tanaman diikat renggang pada ajir tersebut dan dibuat penopang dengan bambu sepanjang bedengan. Penyiangan secara manual pada gulma yang tumbuh dibedengan dan dengan herbisida yang tumbuh diluar bedengan. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan kondisi tanaman, berdasarkan PHT, penggunaan pestisida secara berselang kontak dan sistemik. Panen dilakukan 3-4 hari sekali, lakukan pemisahan buah yang baik/normal dengan buah yang cacat. Untuk paket petani dilakukan pencatatan selama pelaksanaan pengkajian, perbedaan dengan paket introduksi disajikan pada Tabel 1.

### **Pengumpulan Data Dan Analisis**

Pengumpulan data meliputi semua input dan output usahatani, umur panen pertama, umur panen puncak, umur panen akhir, hasil setiap kali panen dan jumlah panen serta serangan hama dan penyakit utama. Hasil panen diambil setiap kali panen secara sampel tetap pada masing-masing paket dengan jumlah 15



rumpun tanaman dan ulangan 4 kali. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif ditujukan untuk memperoleh gambaran secara holistik, sedangkan analisis kualitatif ditujukan untuk mengukur peubah kuantitatif menggunakan parameter statistik sederhana seperti persentase, nilai maksimum, minimum dan nilai rata-rata. Untuk mengetahui kelayakan usahatani dilakukan analisis terhadap input dan output dari usahatani B/C ratio.

Tabel 1. Paket Introduksi Dan Paket Petani, Budidaya Cabai Merah Keriting, Pelompek Kerinci 2007.

Komponen Teknologi	Paket Yang Di Uji	
	Paket Introduksi	Paket Petani
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengolahan tanah</li> <li>▪ Varietas</li> <li>▪ Umur bibit</li> <li>▪ Pupuk dasar I (kg/ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sempurna</li> <li>▪ Hirida</li> <li>▪ 25 hari (4-5 helai daun)</li> <li>▪ 10.000 pupuk organik, 300 SP-36 dan 500 dolomit, diaduk rata dengan tanah permukaan bedengan, pasang MPHP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sempurna</li> <li>▪ Hirida</li> <li>▪ 25 hari (4-5 helai daun)</li> <li>▪ 450 kg SP-36 diaduk rata dengan tanah permukaan bedengan dan pasang MPHP.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pupuk dasar II (kg/ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 7 hari setelah pupuk dasar I, buka MPHP tambahkan pupuk dasar II 100 Urea, 80 ZA, dan 200 KCl aduk rata dengan tanah permukaan bedengan, pasang kembali MPHP yang telah dibuat lobang tanam.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 7 hari setelah pupuk dasar I, buka MPHP tambahkan pupuk dasar II 200 Urea, dan 350 KCl aduk rata dengan tanah permukaan bedengan, pasang kembali MPHP yang telah dibuat lobang tanam.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jarak tanam (cm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 60 x 60 zigzag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 60 x 60 zigzag</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Penanaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 10 hari setelah pupuk dasar II, pada pagi atau sore hari, pilih bibit yang sehat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 10 hari setelah pupuk dasar II, pada pagi atau sore hari, pilih bibit yang sehat.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Penyulaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 7-10 HST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 7-10 HST</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pupuk susulan I (kg/ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 8 HST campurkan NPK Mutiara dan ZA dengan perbandingan 3:4 larutkan dengan air, berikan pada setiap rumpun tanaman, lakukan dengan interval 5 hari satu kali, sampai tanaman muncul bunga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 12 HST campurkan NPK Mutiara dan ZA, larutkan dengan air, berikan pada setiap rumpun tanaman, lakukan dengan interval 10 hari satu kali, sampai tanaman habis masa panen produktif.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pupuk susulan II (kg/ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Setelah panen I berikan NPK Mutiara dan Borax (5:1) larutkan dengan air berikan pada setiap rumpun tanaman, 1 kali setiap 4 kali panen.</li> </ul>	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perempelan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tunas yang muncul dibagian batang dirempel, lakukan sampai panen I, dan rempel bunga pertama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tunas yang muncul dibagian batang dirempel, lakukan sampai panen I.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemasangan ajir bambu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dipasang sebelum bunga pertama keluar dan buat penopang dengan bambu sepanjang bedengan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dipasang sebelum bunga pertama keluar dan buat penopang dengan bambu sepanjang bedengan.</li> </ul>

Tabel 1 Lanjutan

Komponen Teknologi	Paket Yang Di Uji	
	Paket Introduksi	Paket Petani
• Penyiangan	▪ Secara manual pada gulma yang tumbuh dibedengan dan dengan herbisida yang tumbuh diluar bedengan.	▪ Secara manual pada gulma yang tumbuh dibedengan dan dengan herbisida yang tumbuh diluar bedengan.
• Pengendalian hama dan penyakit	• Sesuai dengan kondisi tanaman, berdasarkan PHT, penggunaan pestisida secara berselang kontak dan sistemik	• Sesuai dengan kebiasaan petani 4-7 hari satu kali dimulai 10 HST sampai masa panen barakhir
• Panen dan pasca panen	• 3-4 hari sekali, lakukan pemisahan buah yang baik/normal dengan buah yang cacat.	• 3-4 hari sekali, lakukan pemisahan buah yang baik/normal dengan buah yang cacat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Wilayah

Desa Pelompek berada pada koordinat 01°41'56" – 01°43'02" Lintang Selatan dan 101°18'25" – 101°22'13" Bujur Timur, berada pada ketinggian sekitar 1400-1500 m dpl, dengan penciri alam berupa gunung Kerinci. Jarak lokasi desa tersebut dari ibukota kabupaten sekitar 45 km. Aksesibilitas menuju desa sangat baik, berupa jalan aspal (jalan Provinsi Kerinci - Padang).

Luas desa Pelompek sekitar 2.509 ha dengan 678 KK. Penggunaan lahan terbagi menjadi lahan pemukiman dan lahan usaha pertanian. Lahan pemukiman seluas 50 ha, berada di sepanjang jalan raya Kerinci-Padang dan jalan desa, sedangkan lahan usaha seluas 2350 ha, sebagian besar lahan usaha digunakan untuk bertanam sayuran dan tanaman tahunan yang merupakan lahan kering.

Luas lahan garapan tiap petani bervariasi 0,5 – 8 ha, dengan rata-rata 2,5 ha. Pola usahatani yang berkembang adalah (a) jeruk-sayuran, (b) kayu manis-sayuran. Sayuran utama yang dominan dikembangkan adalah kentang dan cabe, jenis sayuran lainnya yang cukup banyak ditanam kubis, sedangkan tanaman lain yang tumbuh baik dan ditanam beberapa petani secara sporadis adalah ubi jalar,

kopi, jagung, bawang daun, bawang merah, buncis, tomat, wortel, tembakau, jahe, dan jeruk purut.

Sayuran ditanam disela-sela tanaman jeruk dan kayumanis, atau pada suatu hamparan sayuran. Pola tanam yang dilakukan untuk suatu hamparan lahan tidak tetap, tetapi umumnya pola usahatani sayuran terbagi dua, yaitu (a) kentang-kubis-cabai untuk lahan datar-bergelombang (<15%) dan (b) pola kentang-cabai untuk lahan berbukit dan bergunung (>15%). Secara umum petani dikawasan kajian menanam kubis atau ubi jalar sebagai pemutus siklus hama dan penyakit setelah menanam kentang-cabai atau kentang-tomat.

Secara umum petani dikawasan pengkajian telah menggunakan MPHP terutama untuk tanaman cabai dan tomat, dari diskusi diketahui bahwa petani menggunakan MPHP dengan tujuan (1) mengurangi pertumbuhan gulma, (2) mengurangi populasi dan intensitas serangan hama dan penyakit, (3) memaksimalkan pemupukan, persaingan unsur hara dan cahaya matahari antara tanaman dengan gulma dan (4) mengefisienkan penggunaan tenaga kerja.

### **Hama Dan Penyakit**

Pada kajian ini perbedaan antara paket introduksi dan paket petani yaitu; (1) jenis, dosis, cara dan waktu pemberian pupuk dan (2) pengendalian hama dan penyakit. Paket introduksi menggunakan 10.000 kg pupuk organik, 500 kg/ha dolomit dan pupuk kimia (300 kg SP-36, 100 Urea, 100 ZA, 200 KCl, 100 NPK Mutiara dan 15 kg/ha Borax dengan jumlah 815 kg/ha), sedangkan paket petani hanya menggunakan pupuk kimia (450 kg SP-36, 200 kg Urea, 100 kg ZA, 350 kg KCl dan 200 kg/ha NPK Mutiara dengan jumlah 1300 kg/ha). Pada paket introduksi pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan metode pengendalian hama terpadu (PHT), pestisida yang digunakan pestisida sistemik dan kontak.

Pengendalian hama dan penyakit pada kedua paket yang di uji menggunakan pestisida dengan dosis dan waktu pemberian di atas dosis anjuran. Menurut petani sebelum terjadi serangan di atas ambang ekonomi maka penyemprotan harus dilakukan. Ada kecenderungan petani telah menggunakan sistem pengendalian dengan pestisida kontak-sistemik atau kontak-kontak-

sistemik sesuai dengan keadaan serangan. Penyemprotan sudah dimulai dari persemaian sampai tanaman akhir produksi, sehingga jumlah pestisida dan tenaga kerja yang dibutuhkan lebih banyak.

Pada kegiatan ini ada beberapa hama yang dominan ditemui yaitu: trips, kutu daun, ulat buah, ulat grayak dan lalat pengorok daun, sedangkan penyakit busuk buah antraknosa dan bercak ungu. Kedua paket yang di uji mendapatkan serangan hama dan penyakit yang relatif sama, yang berbeda hanya intensitas dan jumlah populasinya. Untuk pengendalian hama digunakan insektisida Deltamethrin 25 EC, Triazophos 40 EC, Endosulfan 25 EC, Decis 2,5 EC, Hostathion 20 EC dan Mesurol 50 WP. Sedangkan untuk penyakit dikendalikan dengan penyiraman larutan fungisida sistemik Derosal, Anvil, Previcur N dan Topsin di sekitar batang tanaman cabai yang diduga sumber atau terkena cendawan. Penyemprotan dengan fungisida Dithane M-45, Daconil, Topsin, Antracol dan Delsen.

Pengamatan terhadap hama dan penyakit tidak bisa ditampilkan, karena jadwal pengamatan yang telah ditetapkan tidak bisa dilakukan. Hal ini terjadi karena petani melakukan penyemprotan sesuai dengan kebiasaan, meskipun secara ekonomi masih di bawah ambang kendali. Pengamatan dan sekolah lapang dilakukan oleh PHP yang berpedoman kepada Setiawati *et al.* (2005); Sumarni dan Muharam (2005). Pada sekolah lapang petani koperator telah diberikan penjelasan oleh petugas, tetapi bila tidak di awasi petani melakukan penyemprotan dengan alasan takut produksi cabai akan berkurang, dan serangan hama serta penyakit akan lebih tinggi yang berakibat kerugian.

### **Komponen Hasil Dan Hasil**

Umur panen pertama untuk kedua paket yang di uji berbeda 6 hari, lebih cepat paket introduksi pada umur 92 HST dengan hasil 81 kg/ha, sedangkan paket petani 98 HST dengan hasil 75 kg/ha. Panen puncak untuk paket introduksi didapat pada umur 146 HST dengan hasil 1.910 kg/ha, sedangkan paket petani pada umur 150 HST dengan hasil panen 1.726 kg/ha. Panen terakhir untuk paket introduksi pada umur 192 HST dengan hasil 163 kg/ha, sedangkan paket petani

pada umur 186 HST dengan hasil 150 kg/ha. Jumlah panen selama kegiatan berbeda 2 kali lebih banyak paket introduksi yaitu 17 kali dengan total hasil 10.279 kg/ha, sedangkan paket petani hanya 15 kali dengan total hasil 7.938 kg/ha. Terdapat selisih 2.341 kg/ha atau meningkat 29,49 % lebih baik paket introduksi (Tabel 2), dan lebih baik dari laporan BPS Kab. Kerinci (2009) yaitu 9.390 kg/ha terdapat peningkatan hasil sebesar 889 kg/ha atau 9,47 %. Paket introduksi juga lebih baik dari hasil penelitian Edi dan Yardha (2008) dengan varietas dan paket pemupukan relatif sama dan lokasi kegiatan yang sama memberikan hasil 10.113 kg/ha dan 9.472 kg/ha atau meningkat 146 kg/ha atau 1,44 % dan 807 kg/ha atau 8,51 %.

Tabel 2. Umur Panen, Jumlah Panen Dan Total Panen. Penerapan Paket Teknologi Cabai Merah Keriting Pada Dataran Tinggi Kerinci, 2007.

Paket yang di uji	Panen pertama		Panen puncak		Panen terakhir		Jumlah panen (kali)	Total hasil (kg/ha)
	Umur (HST)	Hasil (kg/ha)	Umur (HST)	Hasil (kg/ha)	Umur (HST)	Hasil (kg/ha)		
Introduksi	92	81	146	1.910	192	163	17	10.279
Petani	98	75	150	1.726	186	150	15	7.938

Terdapat perbedaan umur panen dan hasil diduga disebabkan oleh berbedanya jenis, dosis, cara dan waktu pemberian pupuk pada kedua paket yang di uji. Penggunaan pupuk berimbang antara pupuk kimia dengan pupuk organik pada paket introduksi memberikan pertumbuhan tanaman dan hasil yang lebih baik dari penggunaan pupuk kimia pada paket petani, demikian juga penggunaan pupuk mikro Borax dan pengapuran, hal yang sama dikemukakan oleh Rosliani *et al.* (2001). Penggunaan pupuk kandang dalam budidaya tanaman sayuran merupakan kebutuhan pokok disamping penggunaan pupuk kimia untuk mendapatkan hasil yang optimal. Selanjutnya Amril *et al.* (2000) menambahkan penggunaan pupuk kandang yang diinkubasi dengan trichoderma pada tanaman sayuran yang umumnya menggunakan pupuk kimia diatas dosis anjuran dan tidak tepat waktu serta cara dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia sampai 25% dari pemupukan petani.

Disamping perbedaan penggunaan pupuk, perlakuan perempelan (pembuangan) bunga pertama pada paket introduksi diduga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman, sedangkan paket petani hanya

melakukan pembuangan tunas. Cabai hibrida umumnya bertunas banyak yang tumbuh dari ketiak-ketiak daun, tunas ini tidak produktif dan akan mengganggu pertumbuhan secara optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembuangan tunas samping. Perempelan tunas samping dilakukan pada tanaman cabai hibrida yang berumur antara 7 - 20 hari. Semua tunas samping dibuang agar tanaman tumbuh kuat dan kokoh. Saat terbentuk cabang, maka perempelan tunas dihentikan. Ketika tanaman cabai mengeluarkan bunga pertama dari sela-sela percabangan pertama, maka bunga ini pun harus dirempel. Tujuan perempelan bunga perdana ini adalah untuk merangsang pertumbuhan tunas-tunas dan percabangan di atasnya yang lebih banyak dan produktif menghasilkan buah yang lebat.

### **Analisis Usahatani**

Alokasi biaya tertinggi diperoleh pada paket introduksi Rp. 26.157.000 dengan penerimaan Rp. 89.921.500 dan keuntungan Rp. 63.664.500 sedangkan paket petani biaya produksi Rp. 23.885.000 dengan penerimaan Rp. 67.473.000 dan keuntungan Rp. 43.588.000. Terjadi peningkatan keuntungan usahatani cabai merah sebesar Rp. 20.076.500 atau 46,06 % lebih baik paket introduksi. Kedua paket ini layak untuk dikembangkan pada lokasi kegiatan dan agroekosistem yang sama karena dari B/C ratio dan R/C ratio kedua paket tersebut  $> 1$  (Tabel 3).

Indikator kelayakan teknologi mencakup tiga aspek yaitu; secara teknis mudah diterapkan, secara sosial dapat diterima dan secara ekonomi menguntungkan. Berbagai upaya dapat dilakukan guna mendatangkan keuntungan usahatani, salah satunya adalah dengan menerapkan paket introduksi yang memberikan keuntungan usahatani lebih baik dari paket petani.

Tabel 3. Analisis Usahatani Penerapan Paket Teknologi Cabai Merah Keriting Pada Dataran Tinggi Kerinci, 2007

Paket yang di uji	Hasil (kg/ha)	Penerimaan (Rp.)	Biaya produksi (Rp.)	Keuntungan (Rp.)	B/C ratio (%)	R/C ratio (%)
Introduksi	10.279	89.921.500	26.157.000	63.664.500	2,43	3,43
Petani	7.938	67.473.000	23.885.000	43.588.000	1,82	2,82

## KESIMPULAN

1. Paket introduksi dengan pemupukan berimbang 300 kg SP-36, 100 kg Urea, 100 kg ZA, 200 kg KCl, 100 kg NPK Mutira, 15 kg Borax, 500 kg dolomit dan 10.000 kg/ha pupuk organik mampu memberikan pertumbuhan tanaman dan hasil yang lebih baik dari paket petani.
2. Paket introduksi memberikan hasil 10.279 kg/ha dan paket petani 7.938 kg/ha, terdapat peningkatan hasil 2.341 kg/ha atau 29,49 % lebih baik paket introduksi.
3. Terjadi peningkatan keuntungan usahatani cabai merah sebesar Rp. 20.076.500 atau 46,06 % lebih baik paket introduksi. Kedua paket ini layak untuk dikembangkan pada lokasi kegiatan dan agroekosistem yang sama karena dari B/C ratio dan R/C ratio kedua paket tersebut > 1

## DAFTAR PUSTAKA

- Amril, B., F. Nurdin, Yulimasni, Syafril, M. Arsyad, A. Warman dan S. G. Dewi. 2001. Pengkajian Teknologi Menunjang Agribisnis Sayuran di Sumatera Barat. Laporan hasil pengkajian BPTP Sukarami.
- Asandhi A.A., Setiawati dan A. Somantri. 2001. Perbaikan Teknik Penyiapan Lahan Untuk Menekan Populasi Hama Lalat Penggorok Daun pada Pertanaman Kentang Granola. *J. Hort.* 10 (3): 198-203.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2009. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Cabai Tahun 2008. <http://www.bps.go.id.html>
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kerinci. 2009. Kerinci Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupten Kerinci Kerjasama Sama dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi.
- Edi, S. Dan Yardha. 2008. Pengaruh Teknologi Budidaya Terhadap Produksi Dan Analisis Usahatani Cabai Merah Ditingkat Petani Kerinci. *Jurnal Sosio Ekonomika Bisnis Universitas Jambi*. Vol. 11 No. 1 Juli-Desember 2008.
- Nurdin, F. dan Setiawati. 2000. Pengkajian Penerapan Pengendalian Hama Penyakit Terpadu Menunjang Agribisnis Sayuran Sumatera Barat. Laporan BPTP Sukarami.
- Roslioni, R., N. Sumarni dan N. Nurtika. 2001. Penentuan Pupuk Makro dan Macam Naungan untuk Tanaman Cabai di Musim Hujan. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 11. No. 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Jakarta, Indonesia.
- Setiawati, W. dan B. Suprihartono. 2000. Teknologi maju produksi sayuran aman dikonsumsi dan ramah lingkungan. Pelatihan Petugas Sayuran dan Tanaman Hias. Sukabumi, 15-18 Oktober 2000.

- Setiawati, W., B.K. Udiarto dan A. Muharam. 2005. Pengenalan dan Pengendalian Hama-hama Penting Pada Tanaman Cabai Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2005.
- Sumarni, N. dan A. Muharam. 2005. Budidaya Tanaman Cabe Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2005.



PENGARUH KOMPOS ELA SAGU DAN PUPUK ABG BUNGA DAN BUAH TERHADAP PH TANAH, KETERSEDIAAN FOSFAT, SERAPAN FOSFAT, DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA INCEPTISOLS

Elizabeth Kaya

Agricultural Cultivation Department Pattimura University Faculty of Agriculture

Email: lis\_kaya@yahoo.com

ABSTRACT

Sago palm waste Compost Fertilizer and ABG Flowers and Fruit is an organic fertilizer which plays an important role in improving the properties of physics, chemistry and biology of soil. Generally, organic matter can increase soil fertility by adding nutrients (N, P, K, Ca, Mg, and S), improve soil structure, increase cation exchange capacity, increase the ability of soil to hold water and increase soil biological activity. On a sour soils, organic matter can increase soil pH (neutralize Al by forming Al-organic complexes), increasing the availability of micro elements such as through micro khelat elements with organic materials. The purpose of this study is to determine soil pH, available P, plant P uptake, as well as dry seed weight of maize caused by manure Sago palm waste compost ABG Flowers and Fruit on Inceptisol Soil.

This research is a field experiment conducted at the Interior Hatu, takes place from November 2009 - February 2010. Field trials conducted with the pattern of 4 x 4 factorial arranged according to a randomized block design (RBD) with three replications. The first factor is the factor Sago palm waste compost (E) consisting of four levels, viz: (E0) = no treatment (0 tons ha<sup>-1</sup>), (E1) = 5.0 tons ha<sup>-1</sup>, (E2) = 10, 0 tons ha<sup>-1</sup>, and (E3) = 15.0 tons ha<sup>-1</sup>. While the second factor is the organic fertilizer ABG Flowers and fruit (B) consisting of four levels, viz: (B0) = no treatment; (B1) = 1ml/liter water, (B2) = 2 ml / liter of water, and ( B3) = 3 ml / liter of water.

The results of this study indicate that administration of sago palm waste Compost combined with phosphate fertilizer can increase available P in soil and corn dry seed weight, whereas for the provision of sago palm waste compost and independently of phosphate fertilizer can increase soil pH and plant-P uptake. The best dose for Sago palm waste compost is 15 tons ha<sup>-1</sup> and fertilizers ABG Flowers and Fruit is 3 ml / liter of water was effective to increase yield of dry weight loose maize corn that is equal to 5.38 tons ha<sup>-1</sup>.

Keywords: Sago palm waste Compost, ABG Fertilizer Flowers and Fruit, Inceptisols.

## PENDAHULUAN

Tanah merupakan media pertumbuhan tanaman yang sangat kompleks. Agar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi maka tidak hanya membutuhkan unsur hara yang cukup dan seimbang, tetapi juga memerlukan lingkungan fisik, kimia, dan biologi tanah yang sesuai supaya akar tanaman dapat berkembang dengan bebas dan proses-proses fisiologi bagian tanaman yang berada dalam tanaman dapat berlangsung dengan baik. Oleh karena itu diperlukan usaha pengolahan tanah yang tepat agar member hasil yang maksimal seperti pemupukan, pengapuran, dan lain-lain.

Untuk pemupukan ternyata sebagian besar petani di Indonesia masih banyak mengandalkan pupuk anorganik (Urea, KCl, SP-36) dibanding pupuk organik, dengan alasan penggunaan yang praktis dan hasil yang memuaskan. Setiap musim tanam petani pasti menambahkan pupuk anorganik secara terus-menerus sehingga unsur dalam pupuk ini akan terakumulasi dalam tanah, dan menyebabkan kekahatan (kekurangan) unsur hara (Simamora dan Salundik, 2000). Tanah yang sering diberi pupuk anorganik akan menjadi keras. Keadaan ini akan menyebabkan beberapa kesulitan, diantaranya tanah sukar diolah dan tanaman terganggu pertumbuhannya. Salah satu cara yang bias digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah adalah dengan memberikan bahan organik ke dalam tanah.

Berhubungan dengan pemberian bahan organik untuk mengatasi kendala tanah-tanah masam, maka ela sagu dapat direkomendasikan sebagai salah satu sumber bahan organik yang selama ini belum banyak dimanfaatkan dan pada umumnya cukup banyak tersedia di kawasan timur Indonesia, khususnya di Maluku. Ela sagu merupakan limbah sagu yang jika diolah menjadi kompos, dapat berperan dalam meningkatkan produktivitas tanah dalam hal ini memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Hal ini terbukti dengan hasil penelitian Kaya *et al.* (2008) bahwa pemberian kompos ela sagu bersama-sama dengan pupuk SP-36 dapat memperbaiki sifat kimia tanah Ultisol, seperti peningkatan pH tanah, P-tersedia tanah, Serapan P, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah Ultisol, yaitu menurunkan bulk density (BD), meningkatkan particle density (PD) dan Porositas tanah, penyebaran ukuran pori tanah (pori drainase lambat dan

drainase cepat turun; meningkatkan pori air tersedia), memperbaiki kemantapan agregat tanah.

Pupuk Organik lain yang dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan efisiensi pemupukan, kesehatan tanaman, dan retensi terhadap serangan hama dan penyakit adalah pupuk organik ABG Bunga dan Buah (ABG BB). ABG (Amazing Bio Growth) merupakan konsentrat organik dan nutrisi tanaman hasil ekstraksi secara mikrobiologis melalui proses fermentasi. Selain itu pupuk organik ABG BB dapat merangsang pertumbuhan akar, pembungaan, dan pematangan. Komposisi kimia dari pupuk organik ini adalah : 7 % C-org, 7 % N, 8 %  $P_2O_5$ , 10 %  $K_2O$ , 1% CaO, 0.8 % MgO, unsure hara mikro (B, Fe, Zn, Mn, Cu, dan Cl), asam amino dan senyawa bioaktif (auksin, sitokinin, giberelin) dan mikroba menguntungkan bagi tanaman.

Inceptisols yang terdapat di Indonesia merupakan tanah pertanian yang penting karena penyebarannya paling luas, sekitar 70.52 juta ha (37.5 %) wilayah daratan Indonesia, oleh karena terbentuk dari semua bahan atau batuan induk tanah (kecuali bahan organik), dan pada banyak posisi geomorfik yang berbeda mulai dari dataran pantai sampai wilayah perbukitan dan pegunungan. Penyebarannya terdapat di seluruh wilayah nusantara, dan yang terluas khususnya di empat pulau besar yaitu Sumatera (17,561 juta ha), Irian Jaya (15.485 juta ha), Kalimantan (14.903 juta ha), dan Sulawesi (9.186 juta ha) (Puslittanak, 2000).

Inceptisols pada dasarnya mempunyai sifat-sifat fisika yang baik, akan tetapi sebagian diantaranya miskin akan bahan organik dan kandungan unsure hara N, P, dan K, serta pH tanah rendah (Sarief, 1993). Hal ini menyebabkan produktivitas tanahnya rendah sampai sedang, sehingga diperlukan teknologi pengelolaan untuk meningkatkan produktivitasnya. Pertumbuhan dan hasil jagung pada tanah demikian sangat bergantung pada tingkat pengelolaan tanah dan masukan yang diberikan.

Tanaman jagung merupakan tanaman pangan kedua setelah padi, bahkan di beberapa tempat jagung merupakan makanan pokok utama pengganti beras atau campuran beras. Namun saat ini untuk memenuhi kebutuhan akan jagung masih diperlukan jagung impor karena produksi dalam negeri belum mencukupi. Kebutuhan jagung di Indonesia tahun 2008 yaitu lebih dari 10 juta ton per tahun.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2008), produktifitas jagung tahun 2008 sebesar 14.85 ton mengalami kenaikan sekitar 11.79 % atau 1.57 ton dibandingkan dengan produktivitas tahun 2007 sebesar 13,28 ton. Berdasarkan kebutuhan jagung yang begitu besar, dibandingkan dengan produksi tanaman jagung maka berbagai upaya ke arah peningkatan produksi harus tetap dilakukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian lapangan yang dilaksanakan di Negeri Hatu, berlangsung mulai dari bulan November 2009 – Pebruari 2010, sedangkan analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Balai Penelitian Tanah Bogor.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu pacul, parang, sekop, hiter, timbangan digital, alat-alat laboratorium yang digunakan untuk analisa tanah dan tanaman, tanah Inceptisol, ela sagu, kotoran sapi, gula pasir, lamtoro, larutan biakan EM-4, benih jagung Varietas Hibrida CPI-2, pupuk urea (46 % N), KCl (60 %  $K_2O$ ), pestisida (Furadan 3G), air bebas ion, serta bahan-bahan kimia analisis tanah dan tanaman di laboratorium.

Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial 4 x 4 dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah Kompos Ela sagu (K) yang terdiri atas empat taraf, yaitu  $K_0$  tanpa Kompos ela sagu;  $K_1$  5 ton  $ha^{-1}$ ;  $K_2$  10 ton  $ha^{-1}$ ; dan  $K_3$  15 ton  $ha^{-1}$ . Faktor kedua adalah pupuk organik ABG Bunga dan Buah (P) yang terdiri atas empat taraf, yaitu  $P_0$  tanpa pupuk ABG BB;  $P_1$  1 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>;  $P_2$  2 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>; dan  $P_3$  3 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>.

Percobaan dilaksanakan pada tanah ordo Inceptisol. Sebelum diolah, tanah dibersihkan dari rerumputan, kemudian diolah dengan cangkul sedalam 0,25 m dan digaru satu kali. Setelah itu dilakukan pembuatan petakan dengan ukuran 2 m x 1 m dan antar petak dibuat parit sedalam 0,30 m dan lebar 0,30 m, serta dibuat saluran dengan ukuran lebar 0,40 m dan dalam 0,30 m untuk pemisahan antar ulangan. Jumlah petak percobaan adalah 32 petak (plot). Selanjutnya setiap petak (plot) perlakuan diberikan kompos ela sagu, kemudian digaru merata agar

dapat tercampur dengan tanah dan diinkubasi selama 1 minggu. Setelah 1 minggu inkubasi kemudian benih jagung sebanyak 2 butir ditanam pada lubang tanam dengan jarak tanam 0,80 m x 0,20 m sehingga pada setiap petak terdapat 15 lubang tanam. Perlakuan pupuk organik ABG bunga dan buah diberikan 4 kali secara langsung ke tanaman mulai tanaman jagung berumur 4 minggu setelah tanam sesuai dosis perlakuan. Pupuk dasar KCl 172 kg ha<sup>-1</sup> diberikan sekaligus bersamaan pada saat penanaman benih jagung, sedangkan pupuk urea diberikan 167 kg ha<sup>-1</sup> dalam 2 tahap, yaitu tahap pertama dilakukan pada saat benih jagung ditanam sebanyak ½ dosis dan sisanya diberikan pada tahap kedua pada saat tanaman berumur 25 hari setelah tanam. Untuk menjaga agar tanah tetap lembab, dilakukan penyiraman setiap pagi dan sore hari dengan menggunakan air bersih dan apabila tanaman diserang oleh hama dan penyakit digunakan pestisida (Dursban 200 EC).

Pengamatan pH tanah, P-tersedia, dan serapan-P dilakukan setelah tanaman mencapai fase vegetative akhir (49 hari) setelah tanam. Pengambilan sample tanah dilakukan untuk menganalisis pH H<sub>2</sub>O dan Fosfor tersedia, sedangkan pengambilan sample tanaman kacang tanah dilakukan untuk menganalisis serapan P. Sedangkan untuk mengukur hasil (berat pipilan kering) jagung dilakukan pada saat umur panen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Reaksi tanah (pH Tanah)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian kompos ela sagu dan pupuk organik ABG Bunga dan Buah (ABG BB) secara mandiri berpengaruh nyata, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap perubahan pH tanah.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa baik pemberian kompos ela sagu maupun pupuk organik ABG Bunga dan Buah makin meningkat dosisnya maka dapat meningkatkan pH tanah. Dosis yang terbaik dalam meningkatkan pH tanah baik pupuk kompos ela sagu maupun pupuk ABG BB, yaitu K<sub>3</sub> (15 ton ha<sup>-1</sup>) dan P<sub>3</sub> (3 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>) masing-masing meningkat dari 5.8625 – 7.175 atau 18.29 % dan 5.9000 – 7.0875 atau 16.75 %. Sedangkan pemberian kompos ela sagu

bersama – sama dengan pupuk ABG BB tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan pH tanah, tapi ada kelihatan peningkatan pH tanah dari pH 5.90 tanpa perlakuan menjadi nilai pH tanah 7.72 pada perlakuan Kompos Ela Sagu 15 ton ha<sup>-1</sup> bersama-sama dengan pupuk ABG BB 3 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>.

Meningkatnya pH tanah akibat pemberian kompos ela sagu yang diberikan ke dalam tanah Inceptisol, karena senyawa-senyawa organik/asam humus yang bereaksi dengan logam Al dan Fe akibat pemberian bahan organik dapat membentuk khelat sehingga mengurangi kemampuan logam dalam mengikat P. Akibatnya Al, Fe, dan Mn dalam larutan tanah berkurang maka pH tanah naik. Ini ditunjang juga oleh pendapat Afif *et al.* (1993) yang mengemukakan bahwa terjadinya peningkatan pH tanah akibat pemberian pupuk P disebabkan karena adanya pelepasan sejumlah ion OH<sup>-</sup> ke dalam larutan akibat adsorpsi sebagian anion fosfat (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) oleh oksida hidrat Al dan Fe sehingga pH tanah meningkat.

Tabel 1. Pengaruh Kompos Ela Sagu dan Pupuk ABG BB Terhadap pH Tanah

Dosis Kompos Ela Sagu	pH-tanah	Dosis Pupuk ABG BB	pH-tanah
K <sub>0</sub> (0 ton ha <sup>-1</sup> )	5.86 a	P <sub>0</sub> (0 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	5.90 a
K <sub>1</sub> (5 ton ha <sup>-1</sup> )	6.23 a	P <sub>1</sub> (1 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	6.29 a
K <sub>2</sub> (10 ton <sup>-1</sup> )	6.68 ba	P <sub>2</sub> (2 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	6.67 ba
K <sub>3</sub> (15 ton ha <sup>-1</sup> )	7.18 b	P <sub>3</sub> (3 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	7.09 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNT taraf 5 % (Wk = 0.508, Wp = 0.508 )

### Fosfat ( P ) Tersedia

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian kompos ela sagu dan pupuk organik ABG Bunga dan Buah (ABG BB) secara mandiri maupun interaksi keduanya berpengaruh nyata dalam meningkatkan P-tersedia tanah.

Tabel 2. Pengaruh Kompos Ela Sagu dan Pupuk Organik ABG BB terhadap P-terseedia Tanah Inceptisol

Kompos Ela Sagu (ton ha <sup>-1</sup> ) ( K )	Pupuk ABG Bunga dan Buah (ml/l air tana <sup>-1</sup> ) ( P )			
	P <sub>0</sub> (0.0)	P <sub>1</sub> (1.0)	P <sub>2</sub> (2.0)	P <sub>3</sub> (3.0)
	..... ppm.....			
K <sub>0</sub> (0.0)	15.50 a A	21.00 a A	24.00 a A	25.00 a AB
K <sub>1</sub> (5.0)	20.50 a A	25.40 a A	27.00 a A	30.15 a AB
K <sub>2</sub> (10.0)	23.50 a A	26.70 a A	29.80 a A	33.00 a AB
K <sub>3</sub> (15.0)	30.00 ab A	40.20 b B	45.00 b B	53.80 b C

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNT taraf 5 % ( Wk x p = 8.612 ).

Pada Tabel 2 terlihat bahwa Interaksi antara pemberian kompos ela sagu dan pupuk ABG BB berbeda nyata dalam meningkatkan P-terseedia tanah. Meningkatnya P-terseedia tanah bila diberi kompos ela sagu bersama-sama dengan pupuk ABG BB sejalan dengan bertambahnya dosis pupuk keduanya. Dosis yang terbaik yaitu pada perlakuan K<sub>3</sub> ( 15 ton ha<sup>-1</sup>) bersama-sama dengan P<sub>3</sub> (3 ml/l air tana<sup>-1</sup>) dalam meningkatkan P-terseedia tanah dari 15.50 ppm – 53.80 ppm atau sebesar 71.19 %. Kombinasi dosis terbaik dari kompos ela sagu 15 ton ha<sup>-1</sup> dan pupuk ABG BB 3 ml/l air tana<sup>-1</sup> dapat meningkatkan P-terseedia tanah tertinggi yaitu 53.80 ppm.

Menurut Kaya (2003) bahwa terjadinya peningkatan P-terseedia tanah akibat pemberian bahan organik, karena hasil dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik seperti asam malat, asam sitrat, asam suksinat, asam format, dan asam asetat yang mempunyai sifat dapat mengikat/mengkhelat ion Al, Fe, atau logam yang lain dari dalam larutan tanah atau asam organik tersebut bereaksi dengan oksida dan hidroksida aluminium dan besi menyebabkan kapasitas adsorpsi P menurun dan energy ikatan P menurun sehingga ketersediaan P meningkat. Selain itu pemberian pupuk ABG BB dengan dosis makin tinggi juga mampu menyediakan fosfat tersedia dalam tanah, karena di dalam pupuk organik ini mengandung unsure P yang dikandungnya mampu menyediakan kadar fosfat dan nantinya diserap oleh akar tanaman.

### Serapan Fosfat ( Serapan-P) Tanaman

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian kompos ela sagu dan pupuk organik ABG BB secara mandiri berpengaruh nyata, sedangkan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh dalam meningkatkan Serapan-P tanaman.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa baik pemberian kompos ela sagu maupun pupuk organik ABG Bunga dan Buah makin meningkat dosisnya maka dapat meningkatkan serapan P tanaman Jagung. Dosis yang terbaik dalam meningkatkan serapan P tanaman baik pupuk kompos ela sagu maupun pupuk ABG BB, yaitu K<sub>3</sub> (15 ton ha<sup>-1</sup>) dan P<sub>3</sub> (3 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>) masing-masing meningkat dari 0.20 % – 0.69 % atau 70.83 % dan 0.38 – 0.49 atau 21.93 %. Sedangkan pemberian kompos ela sagu bersama – sama dengan pupuk ABG BB tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan pH tanah, tapi ada kelihatan peningkatan serapan P tanaman dari 0.15 % tanpa perlakuan menjadi nilai 0.78 % pada perlakuan Kompos Ela Sagu 15 ton ha<sup>-1</sup> bersama-sama dengan pupuk ABG BB 3 ml/l air tanaman<sup>-1</sup>.

Tabel 3. Pengaruh Kompos Ela Sagu dan Pupuk ABG BB Terhadap Serapan P Tanaman Kacang Tanah

Dosis Kompos Ela Sagu	Serapan P (%)	Dosis Pupuk ABG BB	Serapan P (%)
K <sub>0</sub> (0 ton ha <sup>-1</sup> )	0.203 a	P <sub>0</sub> (0 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	0.381 a
K <sub>1</sub> (5 ton ha <sup>-1</sup> )	0.346 b	P <sub>1</sub> (1 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	0.429 b
K <sub>2</sub> (10 ton <sup>-1</sup> )	0.513 c	P <sub>2</sub> (2 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	0.459 c
K <sub>3</sub> (15 ton ha <sup>-1</sup> )	0.696 d	P <sub>3</sub> (3 ml/l air tana <sup>-1</sup> )	0.489 d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNT taraf 5 % (Wk = 0.019, Wp = 0.019).

Terjadinya peningkatan Serapan-P bila diberi kompos ela sagu disebabkan oleh adanya ketersediaan fosfor tanah yang meningkat karena terbebasnya P dari bahan organik ke tanah yang menyebabkan serapan P tanaman meningkat. Selain



itu pemberian kompos ela sagu menyebabkan daya menahan air tanah meningkat dan kepadatan tanah berkurang. Kepadatan tanah yang berkurang berpengaruh terhadap kemudahan akar tanaman untuk menembus tanah sehingga akar menjalar lebih luas. Hal ini mempengaruhi terhadap luas jangkauan akar sehingga meningkatkan kemampuan akar tanaman dalam menyerap hara termasuk hara P. Selain itu meningkatnya daya menahan air tanah mempengaruhi terhadap kadar air tanah sehingga memperbesar proses difusi ion fosfat dari tanah ke permukaan tanah.

Demikian juga pemberian pupuk ABG BB dapat meningkatkan serapan P tanaman karena pupuk ABG BB dengan kadar P yang cukup langsung diserap oleh tanaman karena diberikan langsung ke tanaman,

### **Hasil (Berat pipilan Kering) Jagung**

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian kompos ela sagu, pupuk ABG BB, maupun interaksi keduanya berpengaruh nyata dalam meningkatkan hasil tanaman kacang tanah.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa Interaksi antara pemberian kompos ela sagu dan pupuk ABG BB berbeda nyata dalam meningkatkan berat pipilan kering jagung. Meningkatnya Berat Pipilan Kering Jagung bila diberi kompos ela sagu bersama-sama dengan pupuk ABG BB sejalan dengan bertambahnya dosis pupuk keduanya. Dosis yang terbaik yaitu pada perlakuan  $K_3$  ( $15 \text{ ton ha}^{-1}$ ) bersama-sama dengan  $P_3$  ( $3 \text{ ml/l air tana}^{-1}$ ) dalam meningkatkan berat pipilan kering jagung dari  $18.0 \text{ g tana}^{-1}$  –  $86.0 \text{ g tana}^{-1}$  atau sebesar 79.07 %. Meningkatnya Berat Pipilan Kering Jagung bila diberi kompos ela sagu bersama-sama dengan pupuk ABG BB sejalan dengan bertambahnya dosis pupuk keduanya. Dosis yang terbaik yaitu pada perlakuan  $K_3$  ( $15 \text{ ton ha}^{-1}$ ) bersama-sama dengan  $P_3$  ( $3 \text{ ml/lair tana}^{-1}$ ) dalam meningkatkan berat pipilan kering jagung sebesar  $86.00 \text{ g tana}^{-1}$  atau  $5.38 \text{ ton ha}^{-1}$ .

Makin tinggi dosis kompos ela sagu dan pupuk ABG BB yang diberikan, semakin banyak pula P-tersedia di dalam tanah, serapan-P makin meningkat sehingga hasil kacang tanah juga semakin banyak. Bertambahnya serapan hara

P berpengaruh terhadap peningkatan sintesis energy ATP. Energi ATP diperlukan tanaman untuk : (1) sintesis berbagai senyawa metabolik (sukrosa), (2) Konversi sukrosa menjadi pati, dan (3)Konversi sukrosa menjadi pati, dan (3) proses aktif dari dari transport fotosintas dari daun melalui floem ke biji.

Tabel 4. Pengaruh Kompos Ela Sagu dan Pupuk Organik ABG BB terhadap Berat Pipilan Kering Tanaman Jagung.

Kompos Ela Sagu (ton ha <sup>-1</sup> ) ( K )	Pupuk ABG Bunga dan Buah (ml/l air tana <sup>-1</sup> ) ( P )			
	P <sub>0</sub> (0.0)	P <sub>1</sub> (1.0)	P <sub>2</sub> (2.0)	P <sub>3</sub> (3.0)
	..... g tana <sup>-1</sup> .....			
K <sub>0</sub> (0.0)	18.00 a A	29.50 a A	38.50 a A	46.00 a AB
K <sub>1</sub> (5.0)	31.50 b A	36.00 b A	43.00 b A	53.00 b AB
K <sub>2</sub> (10.0)	36.00 c A	46.00 c A	48.50 c A	61.00 c AB
K <sub>3</sub> (15.0)	39.00 d A	45.00 c B	52.00 d B	86.00 d C

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNT taraf 5 % ( Wk x p = 2.430 )

## KESIMPULAN

Pemberian kompos ela sagu bersama-sama dengan pupuk ABG BB dapat meningkatkan P-tersedia tanah dan berat kering biji Jagung, sedangkan pemberian kompos ela sagu dan pupuk ABG BB secara mandiri dapat meningkatkan pH tanah dan Serapan-P tanaman jagung,

Kombinasi dosis terbaik adalah Kompos ela sagu 15 ton ha<sup>-1</sup> dan Pupuk orgsnik ABG BB dalam meningkatkan pH tanah (7.72), Fosat tersedia (53.8 ppm), serapan fosfat (0.775), dan berat pipilan kering Jagung (86.0 g tana<sup>-1</sup> atau 5.38 ton ha<sup>-1</sup>).

## DAFTAR PUSTAKA

- Afif, E., A. Matar and J. Torrent. 1993. Availability of Phosphate applied to calcareous soils of west asia and north Africa. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57 : 756-760.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2008. Maluku Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku.
- Kaya, E. 2003. Perilaku Fosfat dalam Tanah, Serapan Fosfat, dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.).
- Kaya, E., J.A. Putinella, dan F. Puturuhi. 2008. Pemanfaatan Limbah Olahan Sagu (Ela Sagu) sebagai Pupuk Organik. Laporan Penelitian Maritim. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Ambon.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia, Skala 1 : 1.000.000. Pusat penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Sarief, E.S. 1993. Ilmu tanah Pertanian. Cetakan ketiga. Pustaka Buana. Bandung.
- Simamora, S. dan Salundik. 2006. Meningkatkan Kualitas Kompos. Penerbit Agromedia Pustaka, Jakarta.

**EKTIFITAS NEMATODA PATOGEN SERANGGA, *Heterorhabditis indicus*, TERHADAP ULAT GRAYAK, *Spodoptera litura*, PADA TANAMAN KEDELAI DALAM KONDISI SEMI LAPANG**

**I MADE SAMUDRA**

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik  
Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.  
Jln. Tentara Pelajar No. 3A. Bogor. [madesam@yahoo.com](mailto:madesam@yahoo.com)

**ABSTRACT**

*Heterorhabditis indicus* is one member of entomopathogenic nematode (EPN) that is high possibility to developed as biocontrol agent for insect pest control. EPN is known to be prospective as a biocontrol agent because high entomopathogenic (kill the insect rapidly), environmentally sound because no pollution, actively searching the insect target. This research aim was to evaluate the effectivity of EPN *H. indicus* to control army worm, *Spodoptera litura*, on soy bean plant in semi field condition. The research was conducted in screen house of Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development. The treatments were various level of concentration of juvenile infective (JI) *H. indicus* i.e.  $10^2$  JI/ml,  $10^3$  JI/ml,  $10^4$  JI/ml, and  $10^5$  JI/ml in combination with time of larval infestation after spraying. In the first step, the concentration of EPN that effectively caused more than 90% mortality of *S. litura* was  $10^4$  JI/ml and the plant damaged less than 10%. In the second step the concentration of EPN  $10^4$  JI/ml and infestation time of larvae 0 – 24 hour after spraying caused plant damaged less than 20%, infestation time of larvae 42 – 72 hour after spraying caused moderate plant damaged, in all treatments caused 100% larvae were dead. The concentration of EPN *H. indicus* that effectively control larvae of army worm is  $10^4$  JI/ml or more in semi field condition.

Key Words: Entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis indicus*, soy bean, army worm

**PENDAHULUAN**

Nematoda patogen serangga (NPS) merupakan salah satu jenis musuh alami serangga yang habitatnya ada di dalam tanah dan banyak dikembangkan serta dimanfaatkan untuk mengendalikan serangga hama. Ada dua genus NPS yang banyak diteliti dan tersebar diseluruh dunia yaitu Genus *Heterorhabditis* dan *Steinernema*. *Heterorhabditis* yang dimasukkan dalam family *Heterorhabditidae*

(Ordo Rhabditida) sedangkan Genus Steinernema termasuk famili Steinernematidae dari Ordo Rhabditida. Patogenitas NPS *Heterorhabditis* pada serangga terjadi karena adanya bakteri simbiosis *Photorhabdus* (Akhrust, 1990; Poinar, 1990). Komplek simbiosis NPS-bakteri simbiosis sangat ideal untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali biologi serangga hama karena sifatnya yang aktif mencari mangsa, memiliki virulensi tinggi, kisaran inang luas, dapat dibiakkan pada media buatan, mudah diaplikasikan, tidak bersifat racun pada lingkungan, dan kompatibel dengan beberapa jenis insektisida sintetik (Gaugler and Kaya, 1990). Sel-sel bakteri terbawa dalam saluran pencernaan juvenil infeksi (JI) nematoda instar ke-tiga, dan tidak mampu hidup secara bebas di alam. Proses infeksi hanya terjadi melalui penetrasi NPS pada serangga melalui anus, mulut spirakel atau menembus lapisan antar segmen. Bakteri simbiosis akan berkembang biak pada haemolim dan memproduksi toksin yang bersifat mematikan serangga inang (Gaugler and Kaya, 1990).

Di luar negeri, kompleks simbiosis NPS-bakteri simbiosis telah banyak dimanfaatkan untuk pengendalian serangga hama secara hayati, beberapa produk biopestisida komersial yang menggunakan NPS sebagai agen aktif juga sudah mulai dipasarkan (Friedman, 1990). Dalam usaha mengembangkan potensi NPS untuk pengendalian serangga hama maka eksplorasi NPS telah dilakukan di beberapa lokasi seperti Jawa Barat (Cisolok, Pelabuhan Ratu, Serang), Bali (Candidasa, Surabrata, Medewi, Basangkasa, Petingan), Ambon (Latuhalat, Toisapu, Natsepa, Waai, Liang), Seram (Kairatu ferry, Kamal, Hatu Sua) dan Sulawesi. Dalam eksplorasi berhasil dikoleksi 24 strain *Heterorhabditis*. Berdasarkan analisis dengan PCR, 4 strain *Heterorhabditis* diidentifikasi sebagai *H. indicus* (Fallon *et.al.*, 1995).

Penelitian ini bertujuan menguji efektifitas *H. indicus* indigenus Indonesia yang dikoleksi dari Pelabuhan Ratu (Jawa Barat) terhadap ulat grayak kedelai (*Spodoptera litura*) yang merupakan salah satu hama penting pada tanaman kedelai pada kondisi semi lapangan

## BAHAN DAN METODA

### Bahan

Bahan yang digunakan antara lain, benih kedelai var. Kawi, larva *S. litura* instar 3, pakan buatan ulat gerayak, larutan madu 10%, NPS *H. indicus*, ulat hongkong (*Tenebrio molitor*), air suling, kertas tissue, pakan ulat hongkong, serbuk gergaji, pot plastik (tinggi 15 cm x diameter 19 cm), gelas beker 500 ml, 50 ml, mikroskop binokuler, alat penghitung (counter), pinset, mikro pipet, kompresor angin.

### Metoda

**Persiapan serangga uji, *S. litura*.** Ulat grayak dikoleksi dari lapangan di Bogor, diperbanyak di laboratorium dengan menggunakan pakan buatan. Larva dipelihara pada kotak plastik berventilasi ukuran 35 cm x 27 cm x 7 cm, setiap kotak diisi tidak lebih dari 50 ekor. Pakan diganti tiap 2 hari sekali, apabila larva sudah stadia akhir maka pada alas kotak pemeliharaan diberi lapisan serbuk gergaji kayu setebal 0.5 cm untuk tempat serangga berpupa. Apabila serangga dewasa sudah keluar dari pupa maka serangga dewasa jantan dan betina dipindahkan kedalam stoples plastik ukuran tinggi 30 cm dan diameter 20 cm serta ditutup kain kasa. Kelompok telur yang diletakkan dikoleksi dan dipelihara kembali. Apabila jumlah larva instar 3 telah mencukupi maka siap digunakan untuk pengujian.

**Persiapan NPS *Heterorhabditis*.** *Heterorhabditis* dibiakkan pada ulat hongkong pada kotak plastik 35 cm x 27 cm x 7 cm yang diberi alas kertas saring. Ke dalam kertas saring disebar larutan isolat sebanyak 12 ml, konsentrasi  $10^5$  JI/ml. Ulat hongkong diinokulasikan ke dalam kotak tersebut dan dibiarkan selama 3 hari. Ulat hongkong terserang *Heterorhabditis* dengan gejala coklat tua dipindahkan ke dalam cawan petri diameter 10 cm. Cawan petri dimasukkan ke dalam alat perangkap NPS dan NPS JI instar 3 akan keluar sekitar 9 – 14 hari setelah inokulasi, kemudian ditampung dan siap digunakan untuk pengujian. Larutan JI disiapkan dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan yaitu 0 JI/ml,  $10^2$  JI/ml,  $10^3$  JI/ml,  $10^4$  JI/ml, dan  $10^5$  JI/ml.

**Persiapan tanaman kedelai.** Kedelai ditanam pada pot plastik berukuran tinggi yang telah diisi tanah pupuk kandang dan pupuk NPK secukupnya (sesuai anjuran). Tanaman dipelihara sampai umur 20, 30 hari, tiap pot ada 2-3 batang tanaman. Tanaman siap digunakan untuk pengujian sesuai dengan perlakuan yang dilakukan. Untuk mencegah agar larva uji tidak kabur dari tanaman maka pot yang telah diperlakukan disungkup dengan milar plastik yang berventilasi. Pengujian Tahap I, efektifitas NPS pada berbagai tingkat konsentrasi. Pada pengujian ini konsentrasi NPS yang disiapkan adalah 0 JI/ml (kontrol),  $10^2$  JI/ml,  $10^3$  JI/ml,  $10^4$  JI/ml, dan  $10^5$  JI/ml. Masing-masing konsentrasi NPS termasuk kontrol disemprotkan pada tanaman secara merata dengan menggunakan *hand sparyer* sebanyak 2,5 ml larutan per pot tanaman (setara dengan 500 lt larutan semprot per ha). Setelah aplikasi seluruh tanaman disungkup dengan plastik milar yang berventilasi, kemudian kedalam kurungan diinokulasi dengan 10 larva instra 3. Pengamatan jumlah serangga yang mati atau hidup dilakukan 3 hari setelah aplikasi dan indeks kerusakan daun dihitung sesuai rumus berikut. Masing-masing perlakuan diulang 4 kali.

Tabel 1. Skor kerusakan daun.

Skor Kerusakan	Deskripsi Kerusakan
0	kurang dari 10%
1	antara 10 % - 20%
2	antara 20 % - 30%
3	antara 30 % - 40%
4	antara 40 % - 50%
5	antara 50 % - 60%
6	antara 60 % - 70%
7	antara 70 % - 80%
8	antara 80 % - 90%
9	antara 90 % - 100%

Rumus penentuan indeks kerusakan daun:

$$IP = \frac{\sum_{i=0}^k ni \cdot vi}{ZN} \times 100\%$$

dimana  $i = 0, 1, 2, 3, \dots, k$

Keterangan: IP = indeks (intensitas) kerusakan daun

V = skor kerusakan daun

n = jumlah daun masing-masing skor

Z = skor tertinggi

N = jumlah seluruh daun tanaman yang diamati ( $n_0 + n_1 + n_2 + \dots + n_k$ )

Pengujian Tahap II, efektifitas NPS pada berbagai waktu (jam) setelah inokulasi larva *S. litura*. Pada pengujian tahap II dilakukan uji efektifitas NPS terhadap *S. litura* dengan perbedaan waktu inokulasi setelah aplikasi NPS yaitu 0 jam, 12 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam. Sebelum inokulasi larva pada setiap perlakuan seluruh tanaman disungkup dengan plastik milar yang berventilasi, kemudian ke dalam kurungan diinokulasi dengan 10 larva instra 3. Pengamatan jumlah serangga yang mati atau hidup dilakukan 3 hari setelah inokulasi larva dan indeks kerusakan daun dihitung sesuai rumus yang sama seperti tersebut di atas. Konsentrasi NPS yang digunakan pada tahap penelitian ini adalah  $10^4$  JI/ml dan dosis aplikasi 2.5 ml per pot tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 2 terlihat bahwa, aplikasi nematoda patogen serangga (NPS), *Heterorhabditis*, pada berbagai tingkat konsentrasi pada umur tanaman 20 hari setelah tanam sangat mempengaruhi tingkat kematian serangga uji, *S. litura*. Tingkat kematian tertinggi terjadi pada perlakuan dengan konsentrasi  $10^5$  JI/ml yaitu mencapai 100%, sedangkan pada perlakuan dengan konsentrasi  $10^4$  JI/ml menyebabkan kematian mencapai 90% dan nilai ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan konsentrasi  $10^5$  JI/ml. Sedangkan perlakuan dengan konsentrasi yang lebih rendah dari  $10^4$  JI/ml menyebabkan tingkat kematian yang berbeda nyata lebih rendah namun berbeda nyata lebih tinggi dari pada kontrol pada taraf uji BNT 5%.



Hasil yang hampir sama juga terlihat pada perlakuan pada tanaman berumur 30 hari setelah tanam (Tabel 3). Perlakuan dengan konsentrasi  $10^5$  JI/ml juga menyebabkan kematian 100% serangga uji sedangkan perlakuan dengan konsentrasi  $10^4$  JI/ml menyebabkan kematian 97.5% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan konsentrasi  $10^5$  JI/ml. Tingkat kematian pada perlakuan  $10^2$  JI/ml dan  $10^3$  JI/ml berbeda nyata lebih rendah daripada perlakuan dengan konsentrasi lebih tinggi akan tetapi nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol pada taraf uji BNT 5%.

Indeks kerusakan daun pada perlakuan tersebut terlihat bahwa pada perlakuan dengan konsentrasi  $10^4$  JI/ml dan  $10^5$  JI/ml menyebabkan kerusakan daun berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya masing-masing 9.8% dan 6.2% secara berurutan (Tabel 2). Perlakuan dengan konsentrasi  $10^2$  JI/ml dan  $10^3$  JI/ml mengakibatkan tingkat kerusakan daun berbeda nyata lebih rendah daripada kontrol, namun lebih tinggi daripada perlakuan dengan konsentrasi  $10^4$  JI/ml dan  $10^5$  JI/ml. Pada tanaman dengan umur 30 hari setelah tanam, fenomena yang sama juga terjadi (Tabel 3). Namun pada tabel ini terlihat bahwa pada kontrol indeks kerusakan daun lebih rendah dibandingkan pada kontrol pada umur tanaman 20 hari. Hal ini mungkin terjadi karena jumlah daun pada tanaman umur 30 hari lebih banyak dan kemampuan makan ulat relatif terbatas.

Tabel 2. Tingkat kematian *S. litura* dan indeks kerusakan daun tanaman pada berbagai tingkat konsentrasi NPS, umur tanaman 20 hari setelah tanam

Konsentrasi JI/ml	Rata-rata kematian larva (%)	Rata-rata indeks kerusakan daun (%)
0 (kontrol)	10.0 <sup>a</sup>	96.1 <sup>a</sup>
$10^2$	27.5 <sup>b</sup>	48.8 <sup>b</sup>
$10^3$	50.0 <sup>c</sup>	40.5 <sup>b</sup>
$10^4$	90.0 <sup>d</sup>	9.8 <sup>c</sup>
$10^5$	100.0 <sup>d</sup>	6.2 <sup>c</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%.

Tabel 3. Tingkat kematian *S. litura* dan indeks kerusakan daun tanaman pada berbagai tingkat konsentrasi NPS, umur tanaman 30 hari setelah tanam

Konsentrasi JI/ml	Rata-rata kematian larva (%)	Rata-rata indeks kerusakan daun (%)
0 (kontrol)	5.0 <sup>a</sup>	57.68 <sup>a</sup>
10 <sup>2</sup>	27.5 <sup>b</sup>	47.46 <sup>b</sup>
10 <sup>3</sup>	65.0 <sup>c</sup>	30.62 <sup>c</sup>
10 <sup>4</sup>	97.5.0 <sup>d</sup>	9.04 <sup>d</sup>
10 <sup>5</sup>	100.0 <sup>d</sup>	4.32 <sup>d</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%.

Dengan melihat hasil pada Tabel 2 dan 3, maka perlakuan dengan konsentrasi 10<sup>4</sup> JI/ml sudah dapat menyebabkan tingkat kematian serangga uji yang sangat tinggi di atas 80% dan menyebabkan indeks kerusakan daun yang sangat rendah. Konsentrasi ini dapat dikatakan sebagai konsentrasi yang efektif mengendalikan ulat grayak kedelai, *S. litura*, khususnya pada larva instar ke-3 atau instar lebih kecil. Hasil yang hampir sama dilaporkan oleh Chaerani dan Waluyo (1996) bahwa efektifitas *Heterorhabditis* terhadap hama lanas, *Cylas formicarius*, dirumahkaca pada dosis 6 x 10<sup>4</sup> JI/ml mencapai 66%. Sedangkan efektifitas *Heterorhabditis* terhadap pengorok daun kentang, *Liriomyza*, dirumah kaca dapat mencapai 70% (Yulensri, 2001).

Tabel 4. Tingkat kematian *S. litura* dan indeks kerusakan daun tanaman pada berbagai waktu (jam) setelah aplikasi NPS, umur tanaman 20 hari setelah tanam

Waktu inokulasi (jam)	Rata-rata kematian larva (%)		Rata-rata indeks kerusakan daun (%)	
	0 JI/ml	10 <sup>4</sup> JI/ml	0 JI/ml	10 <sup>4</sup> JI/ml
0	32.5 <sup>a</sup>	100.0 <sup>a</sup>	95.2 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>
12	20.0 <sup>b</sup>	100.0 <sup>a</sup>	92.3 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>
24	12.5 <sup>c</sup>	100.0 <sup>a</sup>	90.9 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>
48	10.0 <sup>c</sup>	100.0 <sup>a</sup>	90.0 <sup>a</sup>	24.6 <sup>b</sup>
72	20.0 <sup>b</sup>	100.0 <sup>a</sup>	83.4 <sup>a</sup>	21.5 <sup>b</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa rata-rata kematian larva pada perlakuan dengan konsentrasi 10<sup>4</sup> JI/ml mencapai 100% pada semua tingkat perlakuan

waktu dari 0 jam sampai 72 jam setelah aplikasi berbeda sangat nyata lebih tinggi. Ini menunjukkan bahwa aplikasi dengan konsentrasi  $10^4$  JI/ml sangat efektif terhadap larva *S. litura* instar 3. Sedangkan pada kontrol tingkat kematian serangga uji agak beragam walaupun masih relatif kecil. Pada perlakuan inokulasi larva pada jam ke 72 (3 hari) setelah penyemprotan NPS masih efektif membunuh larva ulat grayak, pada kondisi semi lapangan. Ini menunjukkan bahwa kelembaban pada permukaan daun atau tanah pada tanaman kedelai masih bisa mendukung keberadaan NPS dan masih memiliki patogenitas yang tinggi.

Indeks kerusakan daun juga sangat rendah dibawah 25 % (Tabel 4) pada perlakuan dengan penyemprotan NPS, namun perlakuan dimana inokulasi dilakukan pada 24 jam setelah penyemprotan, indeks kerusakan daun hanya mencapai 12.7%. Pada tanaman tanpa aplikasi NPS, indeks kerusakan daun mencapai lebih dari 83% (Gambar 1).



Gambar 1. Gejala kerusakan daun pada pertanaman, A. tanpa penyemprotan NPS, B. Dengan penyemprotan NPS konsentrasi  $10^4$  JI/ml.

Larva (ulat) grayak *S. litura* pada instar 3 ketas lebih banyak bersembunyi pada serasah atau rumput-rumputan di permukaan tanah pada siang hari dan akan menyerang tanaman menjelang malam hari. NPS akan lebih dapat bertahan pada keadaan permukaan pertanaman dan tanah yang relatif lembab. Oleh karena itu sebaiknya dilakukan penyemprotan NPS pada sore hari dan menjaga kondisi tanah pertanaman kedelai tetap lembab sampai hari ke 3 setelah aplikasi NPS.

## KESIMPULAN

1. NPS *Heterorhabditis indicus* efektif menyebabkan kematian ulat grayak *Spodoptera litura* pada tanaman kedelai kondisi semi lapangan.
2. Konsentrasi NPS yang dianjurkan untuk digunakan dalam pengendalian ulat grayak minimal adalah  $10^4$  JI/ml dan larutan semprot 500 liter per ha.
3. NPS masih efektif sampai hari ke-3 (72 jam) setelah aplikasi asal kondisi tanaman dan tanah masih relatif lembab.

## SARAN

Perlu dilakukan pengujian efektifitas NPS *H. indicus* dengan konsentrasi  $10^4$  JI/ml terhadap ulat grayak di lapangan pada pertanaman kedelai dengan memperhatikan kelembaban tanaman dan tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhrust, R.J.. 190. Morphological and functional dimorphism in *Xenorhabdus* spp., bacteria symbiotically associated with the insect pathogenic nematodes, *Neoaplectana* and *Heterorhabditis*. J. Gen. Microbiol. 121, 303
- Chaerani dan Waluyo, 1996. Potensi nematoda patogen serangga *Steinernema* dan *Heterorhabditis* (Rhabditidae : Steinernematidae, Heterorhabditidae) sebagai pengendali hayati hama lanas ubi jalar *Cylas formicarius* F. (Coleptera : Apionidae). Disajikan dalam Seminar Nasional Pengendalian Hayati Yogyakarta, 25 –26 November 1996.
- Fallon, D., C. Griffin, Chaerani and M.J. Downes. 1995. Field control potentials of Indonesian nematode strains of Steinernematidae and Heterorhabditidae agisnt stem borers. Presented to the Irish Society for Zoologists.
- Friedman, M.J., 1990. Commercial production and development. In : *Entomopathogenic nematodes in biological control*, R. Gaugler and H.K. Kaya (eds.) pp. 153-172. CRC Press, Boca Raton.
- Gaugler, R. and Kaya, H.K. (eds.) 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor, Boston.
- Poinar, G.O., Jr., 1990. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In : *Entomopathogenic nematodes in biological control*, R. Gaugler and H.K. Kaya (eds.) pp. 23-61. CRC Press, Boca Raton.
- Yulensri. 2001. Uji keefektifan nematoda entomopatogen *Heterorhabditis indicus* dan *Steinernema riobravis* terhadap hama pengorok daun *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). Tesis Magister Sains. IPB.

Dsikusi

Pertanyaan (Solikhin, FP Unila, Lampung): Apakah ada dosis efektif biopestisida NPS?

Jawab: Ya benar, jumlah partikel (ekor) yang masuk ke dalam tubuh serangga hama harus minimal dalam jumlah tertentu. Di laboratorium konsentrasi minimal  $10^3$  JI/ml untuk bisa membunuh, tapi untuk di lapangan konsentrasi minimal yang diperlukan  $10^4$  JI/ml

# PENAPISAN DAN ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI SELULOSA DARI TANAH SERASAH MANGROVE

Nurhasanah Nurmayu Papuangan  
Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas KhairunKampus I, Jl. Bandara Babullah – Akehuda, Ternate, Maluku  
Utara

## ABSTRACT

Mangrove forest has many characteristics. One important characteristic of mangrove forest was the production of high organic matter which called leaf litter. The aims of this research were to screen and isolate cellulose degrading bacteria from soil of mangrove leaf litter. The samples were collecting from leaf litter soil of red mangrove (*Rhizophora mucronata*), *Avicennia marina* and *Bruguiera gymnorrhiza* at coastal Desa Gita, Maluku Utara. About twenty-nine isolate were screened. Among of them, ten isolate of cellulose degrading bacteria were found in our study. Five isolates were characterized by having rod shape and the endospore form Gram positive. Four isolate latter were Gram negative rod shape and the last one were Gram positive round shape.

*Keywords : Cellulose degrading bacteria, mangrove leaf-litter*

## PENDAHULUAN

Hutan Mangrove adalah suatu ekosistem dataran basah di wilayah pesisir yang dicirikan dengan tanaman mangrove dan dapat ditemukan pada daerah intertidal. Hutan mangrove menempati beberapa juta hektar pada daerah pesisir di seluruh dunia dan terdistribusi pada lebih dari 112 negara di seluruh dunia (Sahoo and Dhal, 2009). Brazil, Indonesia dan Australia merupakan negara yang memiliki ekosistem mangrove yang melimpah. (Aksornkoe *et al.*, 1984 dalam Holguin *et al.*, 2001).

Secara ekologis, hutan mangrove berperan sebagai tempat mencari makan (*Feeding ground*), tempat memijah dan berkembang biak (*Breeding, spawning andnursery*) berbagai biota laut dan juga tempat bersarang berbagai satwa liar terutama burung (Holguin *et al.*, 2001). Ekosistem hutan mangrove berbeda dengan ekosistem pesisir lainnya, komponen dasar dari rantai makanan di ekosistem hutan mangrove berasal dari tumbuhan mangrove itu sendiri yaitu daun,

ranting, buah, batang dan sebagainya. Penyusun utama daun dan batang mangrove adalah lignoselulosa yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme (Alongi *et al.* 1989; Moran and Hudson, 1989 *dalam* Holgin *et al.* 2001).

Mangrove membutuhkan suplai nutrisi esensial dari bahan anorganik dan organik untuk menjaga keseimbangan ekosistem mangrove. Anorganik esensial yang dibutuhkan mangrove berupa nitrogen, phosphor, potassium, kalsium, magnesium dan sodium. Nutrisi organik detritus adalah nutrisi organik yang terjadi secara terus-menerus melalui proses degradasi oleh mikroba (Aksornkoe, 1993).

Bahan organik berupa daun, buah, ranting, bunga dan sebagainya yang gugur kelantai hutan biasanya disebut dengan serasah. Serasah merupakan materi organik yang telah mati dan terdapat di lantai hutan. Serasah yang jatuh dilantai hutan mangrove akan mengalami proses dekomposisi baik secara fisik maupun biologis, secara fisik daun mengalami penghancuran oleh arus air laut, paparan sinar matahari, penggenangan secara periodik, dan dimamah oleh kepiting. Secara biologis serasah ini kemudian mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme yang memiliki kemampuan mendegradasi jaringan daun, ranting atau komponen lainnya. Serasah yang belum mengalami dekomposisi, miskin akan nutrisi dan mereka akan menjadi kaya nutrisi apabila diperkaya oleh mikroorganisme melalui proses dekomposisi (Holguin *et al.* 2001).

Mikroorganisme berperan penting dalam ekologi hutan mangrove terutama dalam proses dekomposisi serasah yang dapat menghasilkan detritus yang kaya akan protein yang dapat dipakai sebagai sumber pakan bagi biota di sekitarnya (Rajendran and Kathiseran, 2007). Degradasi serasah mulai cepat terjadi setelah dikolonisasi oleh kelompok cendawan dan bakteri. Hasil penelitian Matondkar *et al.* (1981 *dalam* Holguin *et al.*, 2001) menemukan populasi bakteri heterotropik pada ekosistem mangrove Goa di India memiliki aktivitas selulolitik, proteolitik, pektinolitik dan amilolitik, sedangkan fungi memiliki aktivitas pektinase, amylase dan protease. Meskipun mikroorganisme berperan penting dalam siklus rantai makanan dalam ekosistem mangrove, akan tetapi informasi tentang mikroorganisme yang berhubungan dengan dekomposisi serasah masih terbatas. Penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi lebih jauh tentang

populasi mikroorganisme yang berhubungan dengan dekomposisi serasah dengan penekanan pada kemampuan bakteri tanah serasah mangrove dalam mendegradasi selulosa yang merupakan komponen organik terbesar dari serasah mangrove.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian bersifat deskriptif dan dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2009. Lokasi pengambilan sampel yaitu di pesisir Desa Gita (dusun Talase dan Muara), Kecamatan Oba Kota Tidore Kepulauan.

**Pengambilan sample tanah.** Tiga titik pengambilan sampel dari dua lokasi yaitu di dusun Talase dan Muara ditentukan dengan cara melihat mangrove yang paling dominan pada areal hutan mangrove tersebut. Pengukuran faktor abiotik dilakukan melalui pengukuran suhu, pH dan salinitas. Titik pertama di dusun Talase dengan jenis mangrove *Rhizophora mucronata*, titik kedua pada jenis mangrove *Avicennia marina* dan titik ke tiga pada jenis mangrove *Bruguiera gymnorhiza* yang berada di dusun Muara. Sebelum pengambilan sampel tanah pada masing-masing titik, terlebih dahulu diukur suhu, pH dan salinitas tanah agar memudahkan kultivasi pada skala laboratorium. Sampel tanah diambil dengan menggunakan spatula yang telah dibersihkan dengan alkohol 70%. Sampel tanah diambil di bawah timbunan serasah mangrove dengan kedalaman 0-15 cm dan dimasukkan ke dalam kantong plastik steril dan segera ditutup kembali. Hal ini dilakukan untuk memperkecil kontak dengan udara terbuka.

**Kultivasi, isolasi dan identifikasi.** Sebanyak 1 gram sampel ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam botol vial yang masing-masing telah berisi 9 ml aquades steril dan dikocok dengan vortex selama 10 menit lalu dibuat serial pengenceran bertingkat dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-6}$ . Sebanyak 0,1 ml suspensi masing-masing pengenceran disebar di atas media TSA (duplo) dan diinkubasi pada suhu 30 oC selama 24 jam. Identifikasi makroskopik mengacu pada panduan identifikasi bakteri Hadioetomo (1993). Koloni bakteri yang sudah diidentifikasi makroskopik selanjutnya dipisahkan (isolasi) secara duplo pada media TSA dan diinkubasi



kembali suhu 30°C selama 24 jam. Koloni yang tumbuh dibuat pewarnaan Gram sebelum diuji lebih lanjut.

**Deteksi enzimatik bakteri pendegradasi selulosa.** Biakan bakteri yang sudah tumbuh pada media TSA selanjutnya digores pada media TSA + CMC 0,1% (Carboksi Metil Celulosa) (Merck) untuk deteksi bakteri pendegradasi selulosa. Deteksi kualitatif selulase dapat terpantau melalui zona bening yang terbentuk di sekeliling koloni bakteri setelah pemberian reagen Congo Red 1% selama 5-10 menit dan dicuci dengan NaCl 1M.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

Serasah mangrove yang terdapat pada ketiga jenis mangrove di daerah pesisir desa Gita, Kecamatan Oba, Maluku Utara, memiliki jenis substrat yang berbeda-beda. Jenis mangrove *Rhizophora mucronata* memiliki substrat berlumpur, sedangkan jenis *Avicennia marina* memiliki substrat campuran antara pasir dan tanah dan *Bruguiera gymnorhiza* memiliki substrat berlumpur. Hasil pengukuran pH dan salinitas tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisik dan kimia ketiga jenis mangrove di dusun Talase dan Muara

No	Jenis Mangrove	Tipe substrat	Salinitas	pH	Suhu
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	Berlumpur	4.2	6,8	28
2	<i>Avicennia marina</i>	Campuran pasir dan tanah	5,2	7	30
3	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Berlumpur	4.1	6,8	29

Hasil isolasi bakteri dari tanah/susbrat pada ketiga jenis mangrove tersebut memperlihatkan sebanyak 29 isolat bakteri yang terisolasi. Dari ke 29 isolat tersebut selanjutnya dilakukan penapisan bakteri penghasil enzim selulase. Sepuluh isolat daritotal 29 isolat bakteri mempunyai kemampuan untuk mendegradasi selulosa pada media TSA yang disuplemen dengan CMC 0.1%.

Secara makroskopik, ke-10 koloni isolat bakteri tersebut bercirikan warna putih, putih susu, dan krem, tepi koloni siliat, tak beraturan, bercabang dan berombak. Morfologi mikroskopiknya sel berbentuk batang pendek dan ada yang berbentuk kokus, Gram positif dan ada yang Gram negatif serta ada beberapa isolat yang mampu membentuk endospora. Karakteristik morfologi makroskopik dan mikroskopi ke sepuluh isolat tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Karakteristik morfologi makroskopik ke sepuluh isolat bakteri penghasil enzim selulase

No.	Kode Isolat	Morfologi koloni			
		Bentuk koloni	Warna koloni	Tepi koloni	Elevasi koloni
1	T1P1I3	Kompleks	Putih	Siliat	datar
2	T1P3I4	Bundar dengan tepian karang	Putih	Bercabang	Datar
3	T1P3I5	Bundar	Putih	Siliat	Cembung
4	T1P3II0	Bundar dengan tepian menyebar	Putih susu	Tak beraturan	Membukit
5	T1P3II1	Keriput	Krem	Bercabang	Datar
6	T2P5I5	Bundar	Putih susu	Siliat	Datar
7	T2P5I6	Tak beraturan	Putih	Berombak	Datar
8	T3P1I1	Bentuk L	Putih	Siliat	Datar
9	T3P1I6	Keriput	Putih	Siliat	Datar
10	T3P4I9	Bundar	Putih	bercabang	membukit

Tabel 3. Karakteristik morfologi mikroskopik ke sepuluh isolat bakteri penghasil enzim selulase

No	Kode Isolat	Morfologi mikroskopik				Keterangan
		Bentuk sel	Gram	Penataan sel	Pembentukan spora	
1	T1P1I3	Batang	Positif	Bergerombol	Ada	Spora di tengah
2	T1P3I4	Batang pendek	Negatif	Bergerombol	Tidak ada	
3	T1P3I5	Kokus	Positif	Bergerombol	Tidak ada	
4	T1P3II0	Batang	Positif	Bergerombol	Ada	Spora di Tengah
5	T1P3II1	Batang	Negatif	Berantai	Tidak ada	
6	T2P5I5	Batang	Positif	Berantai	Ada	Spora di tengah
7	T2P5I6	Batang pendek	Negatif	Bergerombol	Tidak ada	
8	T3P1I1	Batang	Positif	Bergerombol	Ada	
9	T3P1I6	Batang	Negatif	Bergerombol	Tidak ada	
10	T3P4I9	Batang	Positif	Bergerombol	Ada	Spora di tengah

## PEMBAHASAN

Substrat (tanah) serasah mangrove *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina* and *Bruguiera gymnorhiza* memperlihatkan tingkat salinitas yang masih tergolong rendah (kadar garam masih rendah) dengan kisaran suhu 28 sampai dengan 30 °C, sedangkan pH substrat tergolong netral karena kisarannya antara 6,8 – 7 (Tabel 1).

Mangrove jenis *Rhizophora mucronata* mampu beradaptasi pada kondisi substrat yang luas tetapi substrat idealnya adalah lumpur sepanjang daerah estuaria (sungai) (Duke, 2006). Mangrove jenis *Avicennia marina* dapat ditemukan pada kisaran salinitas yang luas (pasir atau berlumpur) dibandingkan dengan jenis mangrove lainnya dan terdapat pada formasi terdepan dari ekosistem mangrove. Mangrove jenis *Bruguiera gymnorhiza* dapat ditemukan di bagian tengah atau kearah dalam dari formasi ekosistem mangrove dengan lumpur sebagai tipe substrat yang disenangi.

Dari ke tiga titik tersebut, isolat bakteri penghasil enzim selulase paling banyak berada pada titik satu yang berasal dari tanah serasah mangrove *Rhizophora mucronata* yaitu sebanyak lima isolat dari 14 isolat bakteri yang ditemukan. Pada titik dua yaitu *Bruguiera gymnorhiza* diperoleh sembilan isolat bakteri. Dari sembilan isolat bakteri tersebut, tiga isolat di antaranya merupakan penghasil enzim selulase. Sedangkan pada titik dua yaitu tanah serasah mangrove *Avicennia marina* diperoleh enam isolat bakteri, dengan jumlah isolat penghasil enzim selulase yaitu dua isolat. Penelitian yang dilakukan oleh Wahab (2004) menunjukkan serasah *Rhizophora mucronata* lebih cepat terdegradasi dibandingkan dengan *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza*. Hasil penelitian tersebut mendukung hasil penelitian ini dimana bakteri pendegradasi selulosa padatanah serasah mangrove *Rhizophora mucronata* lebih banyak jumlahnya dibandingkan dengan kedua jenis lainnya yaitu *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza*.

Dari ke-10 isolat bakteri penghasil enzim selulase yang ditemukan di tanah serasah mangrove, lima isolat bakteri yaitu isolat ke 1, 4, 6, 8 dan 10 merupakan genus *Bacillus*. Hal ini dapat dijelaskan melalui kedekatan ciri-ciri morfologi mikroskopik maupun makroskopiknya serta persyaratan hidupnya. Adapun ciri-

ciri terpilih dari genus *Bacillus* adalah sel berbentuk batang, Gram positif, mempunyai kemampuan membentuk spora, koloni tebal dan memiliki lapisan lilin (optional), dan sifat hidupnya aerob serta kisaran hidup pada suhu dan pH yang luas (Holt *et al.*, 1994). Sedangkan ciri-ciri kelima isolat bakteri yang ditemukan memiliki ciri berwarna putih, sel berbentuk batang, Gram positif, membentuk spora dan aerob.

Kelima isolat bakteri lainnya memiliki morfologi Gram negatif, berbentuk batang (isolat ke- 2, 5, 7, 9) dan Gram positif berbentuk kokus (isolat ke-3). Ke-5 isolat ini belum dapat diidentifikasi jenisnya. Hal ini karena ciri morfologi bakteri tanah yang berbentuk batang, Gram negatif dan bentuk kokus Gram positif diwakili dari kelompok bakteri tanah yang beragam, oleh karenanya untuk dapat memastikan pencirian isolat bakteri tersebut minimal dilakukan pencirian fisiologi dan biokimia.

Bakteri-bakteri yang dapat ditemukan sebagai pengurai daun mangrove dalam ekosistem mangrove antara lain *Corynebacterium* yang memiliki ciri sel berbentuk batang, gram positif, *Staphylococcus* dan ciri sel berbentuk kokus dan Gram positif, dan *Acinetobacter* dengan ciri sel berbentuk batang, Gram negatif. Ke tiga jenis ini sifat hidupnya aerob dan tumbuh dengan baik pada salinitas rendah dan tinggi (Feliatra, 2009).

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Rajendran and Kathiseran (2007) memperlihatkan populasi bakteri heterotropik yang ditemukan pada serasah daun mangrove dari jenis *Avicenia marina* dan *Rhizopora apiculata* yang sudah terdekomposisi antara lain dari genus *Falavobacterium*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Coynebacterium* dan *Azotobacter*.

Penyusun utama daun dan batang mangrove adalah lignoselulosa yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme (Alongi *et al.*, 1989; Moran and Hudson, 1989 dalam Holguin *et al.*, 2001). Selulosa merupakan senyawa organik yang terdapat pada dinding sel tanaman, bersama lignin berperan dalam mengokohkan struktur tumbuhan, dan penyusun bahan-bahan berserat dan berkayu (Hodgkiss and Leung, 1986).

Mekanisme pembongkaran selulosa oleh berbagai mikroorganisme tergantung atas sifat organisme dan kondisi dekomposisi. Bakteri aerobik dan

cendawan membongkar selulosa dengan sempurna dan hanya menghasilkan CO<sub>2</sub> serta pigmen tertentu. Sebanyak 30-40% dari selulosa yang dipecah oleh organisme dekomposer (*decomposing organism*) diubah ke dalam bahan sel. Hasil akhir dari degradasi selulase meliputi glukosa, selobiosa dan oligosakarida lainnya (Anonim, 2009).

Biasanya proses pembongkaran selulosa diuraikan oleh mikroba menjadi nutrisi yang dapat dipakai oleh organisme lain. Kegiatan degradasi ini dibantu oleh enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba tanah. Degradasi selulosa di alam berlangsung sangat lambat, oleh karenanya proses dekomposisi akan berlangsung lebih cepat jika mikroba tanah ikut serta dalam proses dekomposisi tersebut. Kemampuan mikroba memproduksi enzim selulase menjadikannya mampu menghidrolisis selulosa yang terdapat pada substratnya menjadi glukosa dan gula-gula lain yang larut dan dapat dijadikan sumber karbon bagi pertumbuhan melalui dekomposisi tersebut (Kanti, 2009).

Kelompok bakteri yang terlibat dalam dekomposisi serasah mangrove antara lain adalah bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik dalam kondisi aerobik mendegradasi selulosa dan merubahnya menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Angga (2010) menemukan beberapa genus bakteri yang memiliki sifat selulolitik yang diisolasi dari serasah mangrove jenis *Avicenia* seperti *Kurthia*, *Bacillus*, *Planococcus*, *Moraxella*, *Nocardia*, *Lactobacillus*, *Streptomyces*, *Cytophaga*, dan *Halomonas*.

Mahasneh (2002) dalam penelitiannya menemukan kelompok bakteri latheterotrof yang menempel pada daun mangrove jenis *Avicenia marina* yang memiliki aktivitas selulolitik dan amilolitik paling tinggi dibandingkan dengan protease dan lipase. Selulase yang dihasilkan dapat digunakan pada banyak aplikasi bioteknologi, industri dan pertanian seperti pada pembuatan sirup bergula, peningkatan pakan ternak dan pengomposan. Sebagai sumber enzim terbanyak yaitu pada jenis beberapa bakteri yang berpotensi menghasilkan enzim selulase seperti *Cellumonas uda*, *C. funi*, *Clostridium thermocellum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Bacillus sp*

## KESIMPULAN

1. Hasil isolasi bakteri dari tanah serasah mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza* sebanyak dua puluh sembilan isolat(29).
2. Sebanyak sepuluh isolat bakteri dari 29 isolat bakteri yang diisolasi dari tanahserasah mangrove (*Rhizophora mucronata*), *Avicennia marina* dan *Bruguieragymnorhiza* memiliki kemampuan mendegradasi selulosa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoe, S. 1993. *Ecology and Management of Mangroves*, IUCN Bangkok,Thailand.
- Anonim. 2009. *Ekosistem Mangrove* [www.ecoton.or.id/tulisanlengkap](http://www.ecoton.or.id/tulisanlengkap). diakses Desember2009. .
- Angga, P. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dariSerasah Daun Avicennia*. FMIPA Institut Teknologi Surabaya. [Skripsi Sarjana S1].
- Duke C.N. 2006. *Rhizophora apiculata, R. mucronata, R. stylosa, R. annamalai,R.lamarckii* (Indo-West Pacific Stilt Mangrove). [www.traditionaltree.org](http://www.traditionaltree.org).
- Feliatra. 2009. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Heterotrof Yang Terdapat Pada Daun Mangrove (*Avicenna sp dan Sonneratia sp*) Dari Kawasan Stasiun KelautanDumai . [www.unri.ac.id/ jurnal\\_nature](http://www.unri.ac.id/jurnal_nature), diakses Desember 2009.
- Hadioetomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek : Teknik dan Prosedur DasarLaboratorium*. Gramedia, Jakarta.
- Holguin G., P. Vascquez., and Y. Bashan. 2001. The role of sediment microorganism in theproductivity, conservation and rehabilitation of mangrove ecosystems : anoverview. *Biol Fertil Soil* 33 : 265 – 278
- Hodgkiss, L.J. and H.C. Leung. 1986. Cellulase associated with mangrove leafdecompositon. *Botani Marina* 29 : 467 – 469.
- Holt J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, and S.T. Williams. 1994. *Bergey's ManualDeterminative Bacteriology*. Lippincott Williams & Wilkns , Philadelphia, USA.
- Kanti, A. 2009. *Selulase*. Ejournal. Unud.ac.id, diakses Januari 2010
- Mahasneh, A.M. 2002. Heterotrophic marine bacteria attached to leaves of *avicenniamarina* L. along the Qatari Coast (Arabia Gulf). *Online Journal of BiologicalSciences* 2 (11) : 740 -743.
- Rajendran, N. and K. Kathiseran. 2007. Microbial flora associated with submergedmangrove leaf litter in India *Ref. Biol Trop* 55 (2) : 393 – 400.
- Sahoo, K. and N.K. Dhal. 2009. potential microbial diversity in mangrove ecosystems : areview. *Indian Journal of Marine Sciences* 38 (2) : 249 – 256.

Wahab, M. 2004. *Laju Dekomposisi Serasah Jenis Mangrove di pesisir Desa GitaKecamatan Oba* [Skripsi tidak dipublikasikan]. FKIP, PMIPA, PBiologi, Universitas Khairun, Ternate.

## Diskusi

Pertanyaan (Syafrina Lamin, Universitas Sriwijaya, Palembang)

1. Bagaimana menentukan lokasi sampling, mengingat hutan bakau sangat luas?
2. Mengapa dalam melakukan penapisan dan isolasi tidak menggunakan media spesifik untuk mikroba mangrove?

Jawab :

1. Penentuan lokasi sampling didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahab (2004) dimana dalam hasil penelitiannya di lokasi yang sama yaitu hutan mangrove di kawasan Kecamatan Oba Tengah memiliki tiga jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza*. Hasil penelitiannya terhadap laju dekomposisi serasah ketiga jenis mangrove tersebut memperlihatkan bahwa serasah *Rhizophora mucronata* lebih cepat terdegradasi dibandingkan dengan *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza*. Hasil penelitian tersebut dipakai sebagai dasar penentuan lokasi pengambilan sample tanah dengan harapan adanya korelasi/hubungan antara jenis mangrove yang mengalami laju dekomposisi lebih cepat dengan keberadaan mikroba tanah (substrat mangrove) yang merupakan salah satu decomposer dalam ekosistem mangrove pada daerah tersebut. Dari hasil penelitian ini ternyata mendukung hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahab tersebut, dimana bakteri pendegradasi selulosa pada tanah serasah mangrove *Rhizophora mucronata* lebih banyak jumlahnya dibandingkan dengan kedua jenis mangrove lainnya yaitu *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza*.
2. Media kultivasi yang dipakai untuk isolasi dan penapisan bakteri pendegradasi selulosa dari tanah serasah mangrove adalah media umum untuk pertumbuhan bakteri yaitu TSA (Tryptic Soy Agar) yang disuplemen dengan CMC 0,1 % dengan kondisi pH media 6,8-7,0. Dalam penelitian ini tidak menggunakan

media spesifik untuk mikroba mangrove tetapi kondisi media untuk pertumbuhan (misalnya pH) disesuaikan dengan kondisi substrat mangrove (sample tanah yang diambil)

Lampiran 1. Hasil dokumentasi penelitian



Gambar 1. Jenis mangrove *Rhizophora mucronata* di daerah Talase





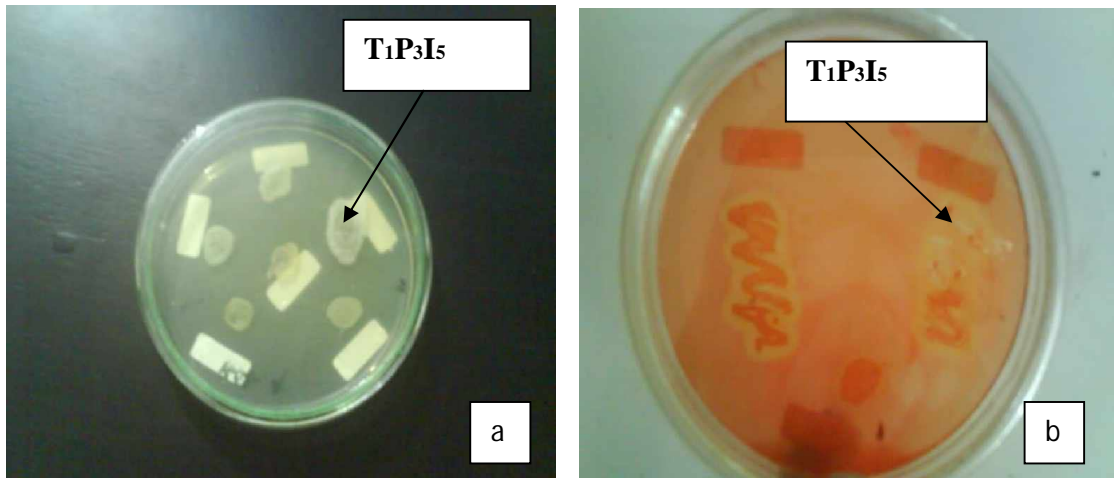
(a)



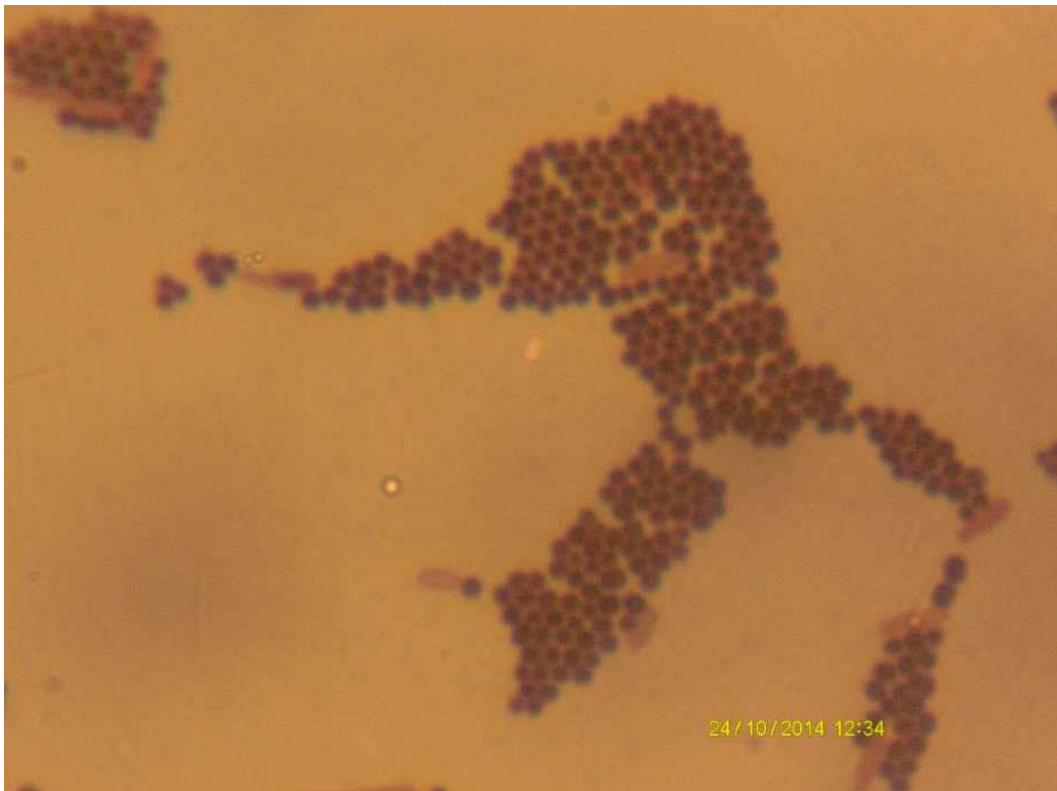
(b)

Gambar 2. Jenis mangrove *Brugueira gymnorhyza* (a) dan *Avicennia marina* (b) di daerah Muara.

Lampiran 2. Hasil pengamatan morfologi makroskopik dan mikroskopik (gambar terpilih)

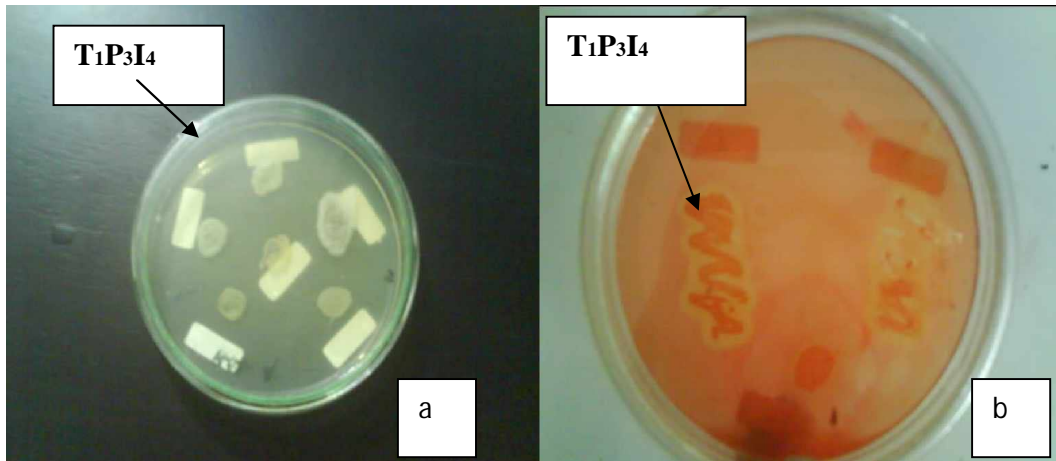


Gambar 3. Foto makroskopik isolat bakteri tanah. T1P3I5 (a) Koloni makroskopik, (b) Hasil deteksi enzim selulase yang terpantau dari pembentukan zona bening disekitar goresan bakteri (arah panah).

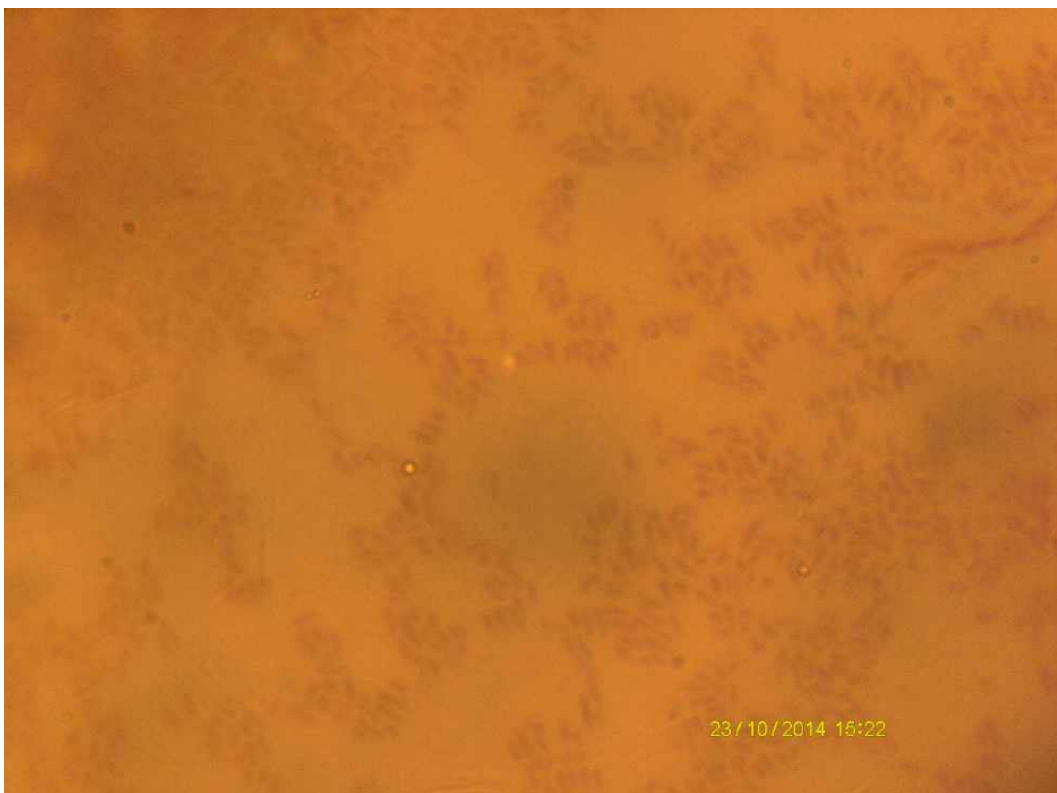


Gambar 4. Foto mikroskopik isolat bakteri tanah. T1P3I5 Pewarnaan Gram : sel berbentuk kokus, Gram positif (pembesran 1600x).

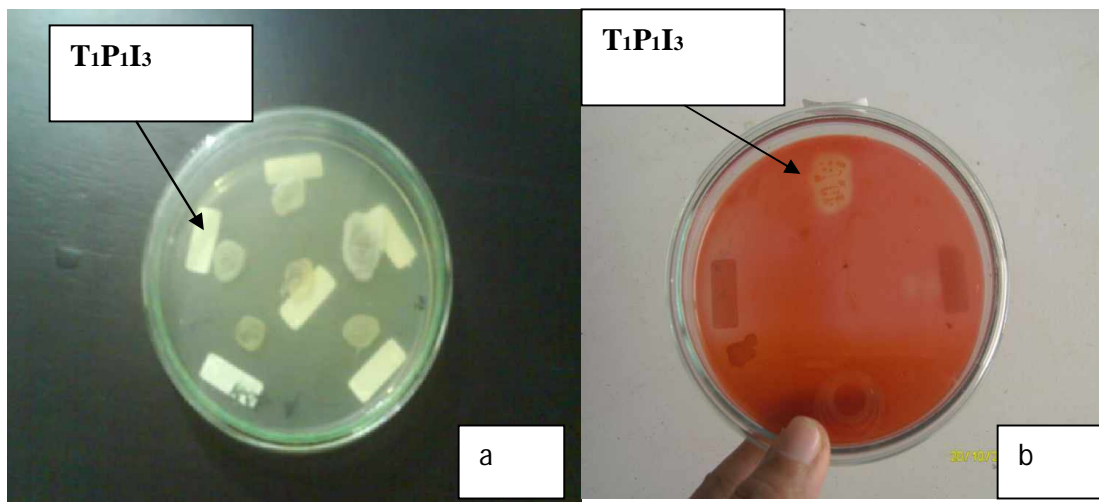




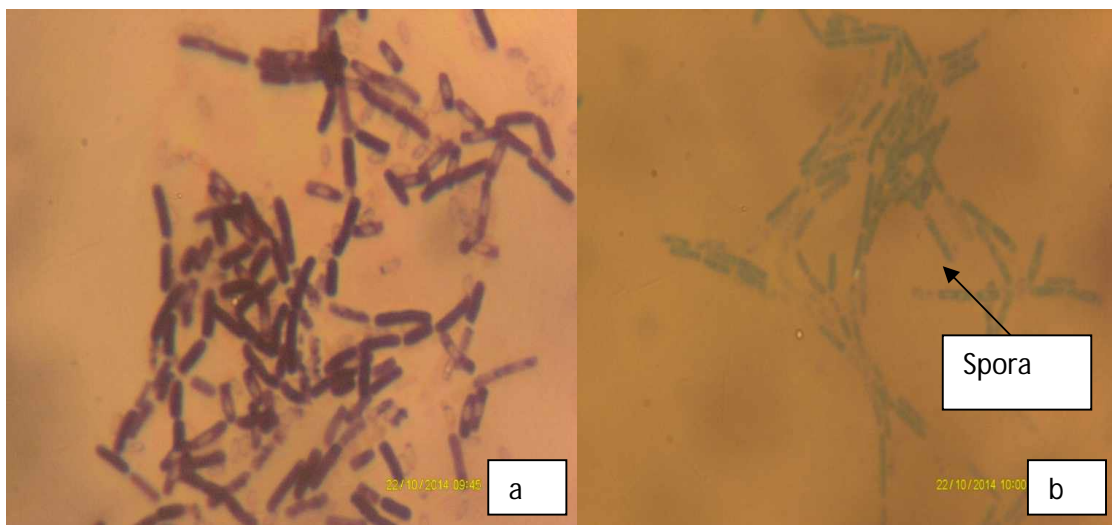
Gambar 5. Foto makroskopik isolat bakteri tanah. T1P1I4 (a) Koloni makroskopik, (b) Hasil deteksi enzim selulase yang terpancang dari pembentukan zona bening disekitar goresan bakteri (arah panah).



Gambar 6. Foto mikroskopik isolat bakteri tanah. T1P1I4 Pewarnaan Gram : sel berbentuk batang, Gram negatif (pembesaran 1600x).



Gambar 7. Foto makroskopik isolat bakteri tanah T1P1I3. (a) Koloni makroskopik, (b) Hasil deteksi enzim selulase yang terpantau dari pembentukan zona bening disekitar goresan bakteri (arah panah).



Gambar 8. Foto mikroskopik isolat bakteri tanah T1P1I3. (a) Pewarnaan Gram : sel berbentuk batang, Gram positif. (b) Pewarnaan spora : letak spora diujung (terminal) dari sel vegetatif bakteri dengan bentuk elips (pembesaran 1600x).

# RESPON POPULASI BAKTERI NITRIFIKASI N TERHADAP SENYAWA ALELOPATI TANAMAN LEGUM

Uum Umiyati  
Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Bandung  
Email: umiyati\_uum@yahoo.com

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to get competitive ability of genotype *Vigna* and *Mucuna* with weeds within hampered microorganism of nitrification activity so nitrogen that nothing for weeds. The experiment was randomized block design factorial with fourth replication used with there were two plased (a), as well as two ordered genotype legume (t) and as well as two kinds of weed managed (g). Field experiment showed to that *Vigna radiata* L kultivar Sriti and *Mucuna pruriens* inderect influence nitrogen availability in soil cause readness element N to become element N no readness for plant another or weed life together, with bacteria nitrocomonas and nitrobacter population influence in soil, so that decrease element N organic in weed content but element N organic *Vigna radiata* L kultivar Sriti and *Mucuna pruriens* increase content. Things showed that *Vigna radiata* L kultivar Sriti and *Mucuna pruriens* from two allelopathyc legum. Futhermore the experiment result that *Vigna radiata* L kultived Sriti and *Mucuna pruriens* in not straight manner influence population bactory of nitrosomonas and nitrobacter, so contain of N organic weed that become low.

Key Word : *Vigna radiata*, *Mucuna pruriens*, allelopathyc, *Nitrosomonas* and *Nitrobacter*, N organic content.

## PENDAHULUAN

Secara garis besar dalam dunia pertanian, tumbuhan terdiri atas gulma (*weeds*) dan tanaman (*crops*) yang selalu hidup berdampingan namun dalam posisi yang berbeda, yaitu yang satu dikehendaki dan yang lainnya tidak dikehendaki. Kehidupan bersama pada tumbuhan akan selalu menimbulkan suatu hubungan yang disebut asosiasi karena masing-masing tumbuhan akan memanfaatkan potensi genetik yang dimilikinya untuk menguasai lingkungan agar dapat tumbuh lebih baik. Asosiasi yang terjadi pada tumbuhan dapat menimbulkan pengaruh positif seperti mutualisme, yaitu jika tumbuhan yang satu dengan yang lain hidup bersama dan saling menguntungkan. Pada kesempatan lain asosiasi tumbuhan juga dapat menimbulkan pengaruh negatif, yaitu yang dikenal dengan istilah kompetisi.

Di dalam ekosistem, kompetisi dapat terjadi antara tanaman dengan gulma yang disebut interspesifik dan antara tanaman dengan tanaman yang disebut intraspesifik. Pada dasarnya kompetisi tersebut umumnya disebabkan oleh keterbatasan sumber-sumber yang diperlukan untuk pertumbuhan seperti unsur hara, air dan juga pengaruh alelopati (Alderich, 1984). Gulma menghasilkan senyawa kimia atau alelopati yang dapat meracuni tanaman lain yang hidup bersama atau hidup pada periode berikutnya. Alelokimia yang dibuang oleh tanaman atau gulma dan jumlahnya dalam tanah setiap waktu bertambah, serta berpindah atau tidak berpindah dari tanah, dapat diabsorpsi oleh partikel tanah dan terurai oleh mikroorganisme kemudian diambil tanaman. Kuantitas dan kualitas alelopati yang dihasilkan gulma dipengaruhi oleh kerapatan gulma, macam gulma, lama keberadaan gulma, kemunculan gulma serta tempat tumbuh gulma.

Terdapat beberapa macam tanaman maupun gulma penghasil alelopati baik dari golongan tanaman legum, gramine dan beberapa tanaman tingkat tinggi diantaranya *Accasia sp*, *Albazia lebbeck*, sedangkan dari golongan gulma yaitu gulma daun lebar, rumput dan teki. Alelokimia yang dihasilkan oleh kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dan *Mucuna* dapat menghambat atau memacu secara langsung maupun tidak langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan organisme lain. Pengaruh alelokimia bersifat selektif, yaitu berpengaruh terhadap jenis organisme tertentu namun tidak terhadap organisme lain (Weston, 1996).

Mekanisme alelopati dalam pertanian diterapkan terutama untuk mengendalikan gulma melalui penggunaan jenis tanaman alelopatik seperti kacang hijau ini terhadap gulma tanaman produksi. Selain itu juga alelokimia dapat dijadikan sebagai bahan aktif pestisida alami untuk mengembangkan tanaman yang bersifat alelopatik terhadap gulma pesaingnya (Duke *et al.*, 2000).

Kehadiran alelokimia dapat menurunkan atau menaikkan produktivitas lahan, hal ini tergantung pada pembentukan alelokimia (tanaman atau gulma), organisme sasaran dan aktivitasnya. Perubahan material atau unsur hara di dalam tanah dipengaruhi oleh tanaman penghasil alelopati. Penambahan konsentrasi bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba, yang mana

akan menghabiskan semua nutrisi yang ada dalam tanah. Efek toksik dari alelopati tidak dapat dilepaskan dari efek aktivitas mikroba tanah (Inderjit and Foy, 1999). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian guna mengetahui kemampuan tanaman legum untuk berkompetisi dengan gulma serta kemampuannya menghasilkan alelokimia yang dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme penambat nitrogen pada berbagai kondisi lingkungan abiotik yang terbatas.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan percobaan lapangan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tanaman penghasil alelopati terhadap populasi bakteri nitrosomonas dan nitrobakter. Percobaan lapangan dilaksanakan di Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Brebes Jawa Tengah dari Bulan Pebruari 2008 – Oktober 2008. Percobaan ini meliputi dua ordo tanah yaitu Inseptisol dan Vertisol, masing-masing lingkungan ditata berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan perlakuan dua jenis tanaman legum (t) dan pengelolaan gulma (g) terdiri dari dua perlakuan diulang empat kali.

Benih kacang hijau (*Vigna radiata* L kultivar Sriti ) dan *Mucuna pruriens* (benguk), pupuk Urea (45 % N) dengan dosis 50 kg/ha, 75 kg/ha SP-36 (36 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dan 50 kg/ha KCl (50 % K<sub>2</sub>O), seluruhnya diberikan bersama-sama pada saat tanam, dengan membuat lubang di sebelah lubang tanaman dan ditutup dengan tanah agar pupuk tidak hilang karena penguapan. (Purwono dan Hartono, 2005). Tanaman dipelihara sampai panen.

Pengamatan yang dilakukan dilapangan dan diuji di laboratorium tanah, diantaranya : Perhitungan populasi bakteri nitrosomonas dan nitrobakter dengan menggunakan media selektif dari Ford. Satuan untuk menghitung jumlah populasi bakteri tanah adalah CFU (Colony Forming Unit) pengamatan dilakukan pada umur 56 HST, tanah diambil di sekitar rhizosfer akar tanaman dan gulma. Kandungan N-organik pada kacang hijau, mucuna dan gulma, pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 42 HST untuk tanaman kacang hijau dan 56 HST untuk tanaman *Mucuna*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Populasi Bakteri Nitrosomonas dan Nitrobakter pada Ordo Tanah Inseptisol dan Vertisol**

Kacang hijau dan *Mucuna* merupakan tanaman yang memiliki kemampuan berinteraksi secara kimia dengan memproduksi metabolit sekunder yang dikeluarkan kelingkungannya melalui eksudat akar, yang secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman lain dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah, status hara dan aktivitas atau populasi mikroorganisme tanah (Orcutt, 2000).

Kemampuan tanaman untuk memproduksi alelokimia dipengaruhi oleh defisiensi unsur hara, penyinaran yang tinggi dan kelembaban semakin rendah, keadaan faktor tersebut menyebabkan semakin tinggi efek alelokimia bagi tanaman lain (Einhellig, 1996; Inderjit *et al.*, 1997). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hale dan Orcutt (1987), bahwa total kandungan asam phenolik dari *Helianthus annuus* meningkat dengan meningkatnya defisiensi unsur hara. Pemupukan akan memberikan pengaruh penghambatan pada produksi alelokimia.

Terdapat tiga tekstur tanah yaitu liat, pasir dan debu, perbedaan tersebut akan mempengaruhi akumulasi dan aktivitas dari alelokimia, disamping itu faktor tanah yang lain yang mempengaruhi aktivitas dan akumulasi alelokimia yang lainnya adalah jenis tanah, pH, KTK dan ion-ion serta pengolahan tanah. Menurut Handayanto dan Hairiah (2007) sifat fisik tanah (tekstur tanah, struktur dan pori-pori tanah) dan sifat kimia tanah (pH dan KTK) berkaitan dengan proses-proses biokimia, siklus hara, ekologi serta organisme yang ada dalam tanah.

Organisme tanah dapat dikelompokkan menjadi mikroflora (bakteri, jamur, aktinomisetes dan ganggang) dan fauna tanah. Bakteri merupakan organisme yang paling dominan dengan populasi  $10^8$ - $10^{10}$  per gram tanah. Tanah dengan airasi dan drainase yang baik merupakan lingkungan yang baik bagi mikroorganisme untuk melakukan pertukaran gas yang diperlukan untuk hidupnya, sama halnya dengan pengolahan tanah memperbaiki airasi dan drainase tanah (Inderjit dan Dakshini, 1994).



Pengamatan populasi bakteri nitrobakter dan nitrosomonas dilakukan pada saat akhir pertumbuhan vegetatif, dimana pada umur tersebut menunjukkan aktivitas alelokimia yang tinggi dari kacang hijau dan *Mucuna* dalam menghambat fiksasi nitrogen (Zwain, 1996).

Pada Tabel 1, terlihat bahwa tanaman kacang hijau ( $t_1$ ) maupun *Mucuna* ( $t_2$ ) baik pada lahan Inseptisol maupun Vertisol, serta dengan pengendalian maupun tanpa pengendalian menunjukkan jumlah populasi bakteri nitrosomonas lebih rendah dibandingkan populasi bakteri nitrobakter.

Tabel 1. Populasi Bakteri Nitrosomonas dan Nitrobakter pada Ordo Tanah Inseptisol dan Vertisol

No	Perlakuan	Ordo Vertisol		Ordo Inseptisol	
		Nitrobakter (cfu/ml)	Nitrosomonas (cfu/ml)	Nitrobakter (cfu/ml)	Nitrosomonas (cfu/ml)
1	$t_{1g_1}$	80, 70 X 10 <sup>6</sup>	61, 70 X 10 <sup>6</sup>	52, 10 X 10 <sup>6</sup>	37, 20 X 10 <sup>6</sup>
2	$t_{1g_2}$	54, 60 X 10 <sup>6</sup>	52, 40 X 10 <sup>6</sup>	46, 00 X 10 <sup>6</sup>	36, 10 X 10 <sup>6</sup>
3	$t_{2g_1}$	154, 70 X 10 <sup>6</sup>	138, 70 X 10 <sup>6</sup>	50, 00 X 10 <sup>6</sup>	46, 30 X 10 <sup>6</sup>
4	$t_{2g_2}$	159, 00 X 10 <sup>6</sup>	49, 50 X 10 <sup>6</sup>	153, 30 X 10 <sup>6</sup>	101, 10 X 10 <sup>6</sup>

Sumber : laboratorium Mikrobiologi Tanah Unpad, 2008.

Semakin luas permukaan suatu partikel tanah, maka makin besar peranan partikel tersebut dalam mengatur sifat kimia dan biologi tanah, yaitu kemampuannya dalam mengikat air dan unsur hara, serta kepadatan organisme tanah. Sehubungan dengan itu, maka keberadaan mikroorganisme tanah di fraksi liat lebih banyak dari fraksi lainnya, sehingga pada Tabel 1, terlihat jumlah populasi bakteri nitrobakter dan nitrosomonas pada lahan Vertisol lebih banyak dibandingkan dengan lahan Inseptisol.

Pada saat kekurangan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan, kacang hijau memproduksi metabolit sekunder atau alelokimia berupa C-Glycocyfl Flavonoid, melalui eksudat akar dilepas ke daerah perakaran dirombak oleh mikroorganisme menjadi HCOO<sup>-</sup> dan CN<sup>-</sup>, akan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah, menyebabkan aktivitas mikroorganisme

meningkat dan meningkatkan jumlah  $\text{CO}_2$  di dalam tanah dan menurunkan jumlah  $\text{O}_2$ . Keadaan tersebut mempengaruhi pertumbuhan bakteri nitrosomonas yang memerlukan  $\text{O}_2$  untuk melakukan aktivitas oksidasi amonia. (Dixon, 1983). Tanaman *Mucuna* memproduksi alelokimia yaitu L-DOPA (L-3,4 – Dihydroxyphenyl Alanine) yang dapat menghambat populasi bakteri nitrosomonas yang menyebabkan proses oksidasi dari  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_3^-$  menjadi terhambat.

Aktivitas alelokimia yang dihasilkan oleh kacang hijau dan *Mucuna* terhadap tanaman lain dipengaruhi oleh tekstur tanah, pH, KTK tanah dan ion-ion inorganik yang ada di dalam tanah. Tanah dengan tipe liat dan pH agak asam mendekati netral serta KTK yang tinggi meningkatkan aktivitas alelokimia yang dihasilkan, menyebabkan penghambatan populasi mikroorganisme yang berperan dalam proses nitrifikasi baik pada tanah jenis Vertisol maupun Inseptisol sehingga mempengaruhi N yang tersedia bagi tanaman lain menjadi tidak tersedia (Robertson and Vitousek, 1981).

### **Kandungan Nitrogen Organik Pada Dua Tanaman Legum dan Golongan Gulma pada Ordo Tanah Vertisol maupun Inseptisol**

Nitrogen merupakan unsur yang paling membatasi pertumbuhan tanaman. Selain diperlukan dalam jumlah banyak dibandingkan dengan unsur hara yang lainnya, nitrogen sangat penting peranannya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarena nitrogen penting kedudukannya dalam proses biokimia tanaman sebagai unsur esensial pada pembentukan sel, penyusunan protein, sitoplasma, asam nukleat, klorofil dan komponen sel lainnya (Hardjowigeno, 2003).

Tanaman legum bersimbiosis dengan mikroorganisme pengikat nitrogen dari udara dengan membentuk bintil akar, dengan demikian kebutuhan akan unsur nitrogen akan terpenuhi dengan sendirinya. Namun dengan kehadiran gulma menyebabkan kompetisi dalam penyerapan unsur hara. Gulma mempunyai kemampuan untuk menyerap hara lebih banyak dan lebih cepat dibandingkan tanaman legum serta mengakumulasi dalam jaringan dalam jumlah yang besar (Gupta and Abrol, 1990), sehingga gulma perlu dikendalikan.

Tabel 2. menunjukkan kandungan N-organik pada tanaman kacang hijau dan *Mucuna* tetap tinggi baik pada lahan Inseptisol maupun Vertisol dibandingkan dengan gulma. Hal ini menunjukkan bahwa kedua tanaman legum tersebut memiliki kemampuan untuk berkompetisi yang tinggi dengan gulma (*competitive ability*).

Tabel 2. Kandungan Nitrogen Organik Pada Dua Tanaman Legum dan Golongan Gulma pada Ordo Tanah Vertisol maupun Inseptisol

No	Perlakuan	Ordo Vertisol		Ordo Inseptisol	
		Tanaman/Golongan Gulma	Kandungan N-Organik (gram)	Tanaman/Golongan Gulma	Kandungan N-Organik (gram)
1	t <sub>1</sub> g <sub>1</sub>	Kacang Hijau	3, 85	Kacang Hijau	5, 56
		Teki	0, 88	Teki	0, 94
		Rumput	0, 98	Rumput	2, 31
		Daun Lebar	0, 11	Daun Lebar	0, 32
2	t <sub>1</sub> g <sub>2</sub>	Kacang Hijau	6, 96	Kacang Hijau	7, 48
		Teki	3, 59	Teki	1, 74
		Rumput	1, 62	Rumput	3, 28
		Daun Lebar	0, 76	Daun Lebar	0, 82
3	t <sub>2</sub> g <sub>1</sub>	<i>Mucuna</i>	5, 50	<i>Mucuna</i>	14, 37
		Teki	2, 25	Teki	0, 54
		Rumput	1, 82	Rumput	7, 92
		Daun Lebar	0, 17	Daun Lebar	1, 54
4	t <sub>2</sub> g <sub>2</sub>	<i>Mucuna</i>	5, 23	<i>Mucuna</i>	9, 48
		Teki	0, 67	Teki	0, 72
		Rumput	2, 09	Rumput	8, 61
		Daun Lebar	1, 29	Daun Lebar	1, 17

Sumber : Laboratorium Kesuburan Tanah Unpad, 2008.

Kemampuan tersebut didukung oleh kemampuan untuk berinteraksi secara kimia dengan menghasilkan metabolit sekunder yang dapat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme yang ada dalam tanah, terutama bakteri nitrobakter dan nitrosomonas yang berguna dalam peristiwa nitrifikasi (Blum and Shafer, 1988). Dengan adanya penghambatan nitrifikasi oleh metabolit yang dihasilkan kedua tanaman legum, menyebabkan nitrogen yang dapat diserap oleh gulma dan yang tersimpan dalam jaringannya menjadi rendah. Sedangkan nitrogen yang

diambil dan disimpan dalam jaringan tanaman legum semakin banyak, hal ini dikarenakan dalam tanah nitrogen tidak tersedia (imobil) bagi gulma oleh adanya alelokimia yang dihasilkan kedua legum.

Menurut Orcutt and Nilsen (2000), pada ekosistem yang beranekaragam (kacang hijau, *Mucuna* dan gulma) adanya pengaruh alelokimia dengan mudah dapat diidentifikasi yaitu apabila sebagian species tanaman menguasai kimia tanah (seperti pengamatan Tabel 1) serta mendominasi ekosistem. Dari tabel tersebut terlihat bahwa kacang hijau atau *Mucuna* memiliki kandungan N organik lebih banyak dari gulma, hal ini menandakan bahwa kacang hijau dan *Mucuna* merupakan tanaman legum yang mempunyai aktivitas alelokimia.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Kemampuan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*) kultivar Sriti dan *Mucuna pruriens* (karo bendo) untuk berinteraksi secara kimia pada kondisi kekurangan faktor tumbuh yang dibutuhkan bersama dengan mengeluarkan C-glykosil flavonoid (kacang hijau) dan L-DOPA (*Mucuna pruriens*) secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan nitrogen dalam tanah, yaitu dengan mempengaruhi populasi bakteri nitrifikasi.

### **Saran**

1. Memperluas penelitian seperti yang telah dilakukan ini, meliputi macam dan species tanaman yang lebih banyak terutama tanaman yang umum diusahakan petani – petani Indonesia. Hal ini perlu untuk menentukan jarak waktu antara masa panen suatu tanaman dengan masa tanam tanaman berikutnya pada tempat yang sama, sebagai suatu mekanisme alelopati dalam pengendalian gulma.

2. Penanaman tanaman yang memproduksi alelokimia dengan tanaman bukan produksi alelokimia atau tanaman resisten pada lahan yang sama merupakan jalan efektif untuk mereduksi gulma.
3. Mempelajari dan mengidentifikasi zat alelokimia yang terdapat pada tiap tanaman dan proses-proses di dalam tubuh tanaman yang dihambat oleh masing-masing zat alelokimia tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alderich, R. J. 1984. Weed Crop Ecology. Principles in Weed Management. Breton Publishers. A Division of Wadsworth, Inc., North Scituate, MA.
- Blum, U , and S.R. Shafer. 1988. Microbial Populations and Phenolic Acid in Soil. Soil Biology and Biology Chemistry. 20: 793-800.
- Duke, S. O. 1998. Potent Phytotoxin from plants. In VII International Congress of Ecology 19-25 July 1998. (ed. A. Farine J. Kennedy and V. Bossu). Firenze, Italy.
- Einhellig, F.A. 1996. Physiology and Mechanism of Action *In* Allelopathy. In First World Congress on Allelopathy (eds A. Torres, R. M. Oliva, D. Castellano and P. Cross). SAI ( University of Cadiz). Cadiz Spain.
- Gupta, R. K. and I.P. Abrol. 1990. Salt Affected Soils. Their Reclamations and Management for crop Production. Advances in Soil Science. 11: 223-287.
- Handayanto, E. dan K. Hairiah. 2007. Landasan Pengelolaan Tanah Sehat. Biologi Tanah. Pustaka Adipura. Yogyakarta.
- Hale, M. G. and D. M. Orcutt. 1987. The Physiology of Plant Under Stress. A Willey Interscience Publication Jhon Wiley & Sons. New York.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademi Presindo. Jakarta.
- Inderjit and K. M. M. Dakshini. 1994. Allelopathic Potential of The Phenolic from The Roots of *Pluchea lanceolata*. Physiologia Plantarum. 92: 571-576.
- Inderjit and R. Del Moral. 1997. Is Sepereting Resource Competition from Allopathy Realistic. Botanical Review. 63: 221-230.
- Inderjit and C. L. Foy. 1999. Natural of Interference Mechanism of Mugwort (*Artemisia vulgaris*). Weed Technology. 13: 176-182.
- Orcutt, M. D., and E. T. Nilsen. 2000. The Physiology of Plants Under Stress. John Wiley and Sons. Inc. Ney York.
- Purwono dan R. Hartono. 2005. Kacang Hijau. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Robertson, G. P. and P.M. Vitousek. 1981. Nitrification Potential in primary and secondary Succession. Ecology. 63: 1561-1573.
- Weston, L. A. 1996. Utilization of Allelopathy for Weed Management in Agrosystem. Agronomy Journal. 88 (6): 860-866.
- Zwain, K. H. Y. 1996. Allelopathic Effect of Wheat on some Plant Species and Nitrogen Cycle.

Diskusi:

Pertanyaan (Prof. Dr. Erry Purnomo, Unlam Kalsel): Apakah ada pemikiran tentang adanya kompetisi antara tanaman legum dengan tanaman inangnya?

Jabaw: Perkebunan biasanya menggunakan tanaman penutup tanah dari legum, misalnya *Mucuna* sp., legum ini tidak mempengaruhi tanaman utama. Kompetisi terhadap unsur hara terjadi antara tanaman legum dengan gulma

# **THE EFFECT OF SIDEROPHORE PRODUCING BACTERIA DENSITY TO Fe ABSORPTION, SIDEROPHORE PRODUCING BACTERIA POPULATION, SOIL RESPIRATION AND YIELD OF CORN CROP ON CALCAREOUS SOIL MEDIA FROM TAGOG APU WEST JAVA**

Diyana Herdiyantoro, Ridha Hudaya, Oviyanti Mulyani  
Staff Pengajar Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran  
Jl. Raya Bandung - Sumedang KM. 21 Jatinangor Sumedang 40600 Telp.  
(022)7797200; e-mail: herdiyantoro@yahoo.com

## **ABSTRACT**

The Fe deficiency symptoms of plant often occurs on calcareous soil. Siderophore producing bacteria is able to supply Fe for plant. The purpose of this research was to evaluate the effect of L1 siderophore producing bacteria density to Fe absorption, L1 siderophore producing bacteria population, soil respiration and yield of corn crop on Tagog Apu calcareous soil media. The research was conducted on completely randomized block design with 5 treatments and 5 replications. The treatments were without L1 siderophore producing bacteria (B<sub>0</sub>), L1 siderophore producing bacteria with 10<sup>5</sup> CFU/ml density (B<sub>1</sub>), L1 siderophore producing bacteria with 10<sup>6</sup> CFU/ml density (B<sub>2</sub>), L1 siderophore producing bacteria with 10<sup>7</sup> CFU/ml density (B<sub>3</sub>) and L1 siderophore producing bacteria with 10<sup>8</sup> CFU/ml density (B<sub>4</sub>). The results show that the B<sub>4</sub> treatment (L1 siderophore producing bacteria with 10<sup>8</sup> CFU/ml density) resulted in higher Fe absorption and yield of corn crop than other treatments significantly. However, B<sub>3</sub> treatment (L1 siderophore producing bacteria with 10<sup>7</sup> CFU/ml density) resulted in higher L1 siderophore producing bacteria population than other treatments significantly.

Key word: L1 siderophore producing bacteria density, Fe absorption, yield of corn crop, Tagog Apu calcareous soil.

## **PENDAHULUAN**

Tanah berkapur meliputi 7-10% total lahan dunia. Indonesia memiliki tanah berkapur yang jumlahnya diperkirakan mencapai lebih dari 15,4 juta hektar dengan kawasan Tagog Apu merupakan salah satu diantaranya (Rajamuddin *et al.*, 2006).

Kekurangan unsur besi (Fe) sering terjadi di tanah-tanah berkapur atau tanah bereaksi alkali sehingga menjadi faktor pembatas di dalam pemanfaatannya

dalam bidang pertanian (Leiwakabessy, 1988). Pada pH tinggi aktivitas  $Fe^{3+}$  dalam larutan turun seribu kali tiap kenaikan satu unit pH. Kelarutan Fe mencapai minimum pada kisaran pH 6,5 sampai 8,0 (DIKTI, 1991). Unsur Fe merupakan unsur mikro yang esensial bagi tanaman. Unsur Fe berperan dalam berbagai reaksi biokimia, berperan dalam respirasi, transport hasil fotosintesis, reduksi nitrat, sintesis klorofil, fiksasi nitrogen dan penawar racun oksigen radikal (Guan *et al.*, 2001). Tanaman yang kekurangan Fe mengalami gejala klorosis pada daun muda yang ditandai dengan berubahnya warna daun dari hijau menjadi kuning (Foth, 1990).

Pada tanah-tanah dengan ketersediaan Fe yang terbatas, mikroorganisme memenuhi kebutuhan akan unsur tersebut melalui pembentukan senyawa organik yang disebut dengan siderofor yang selanjutnya bereaksi dengan Fe membentuk khelat Fe(III)-siderofor (Machuca and Milagres, 2003). Kelarutan Fe meningkat dalam bentuk Fe(III)-siderofor sehingga dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme (Hoegy *et al.*, 2005). Interaksi antara mikroorganisme penghasil siderofor dengan tanaman di daerah rhizosfer dapat membantu tanaman dalam penyerapan Fe untuk pertumbuhannya (Loper and Buyer, 1991). Pada kondisi tanah dengan ketersediaan Fe yang terbatas tanaman memanfaatkan Fe yang mudah larut seperti dalam bentuk Fe(III)-siderofor yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Crowley *et al.*, 1991).

Kepadatan inokulan bakteri penghasil siderofor merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam mengaplikasikannya di lapangan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan isolat untuk bertahan di lingkungan tempat hidupnya, kuantitas Fe yang dapat disediakan oleh bakteri penghasil siderofor untuk diserap tanaman dalam kisaran yang optimal bagi pertumbuhan tanaman dan kemampuan bakteri siderofor dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme lain dalam hal penggunaan unsur Fe.

Menurut Tate (2000), populasi bakteri indigen atau bakteri eksogen yang diinokulasikan sedikitnya harus memiliki kepadatan bakteri kira-kira  $10^4$  satuan pembentuk koloni (SPK)/ml untuk dapat beradaptasi dan bertahan di lingkungannya. Populasi bakteri pemangsa meningkat pada kepadatan populasi  $10^6$  SPK/ml, sehingga dikhawatirkan terdapat inokulan bakteri siderofor yang



termangsa. Oleh karena itu perlu diperhatikan dalam penggunaan kepadatan yang tepat dalam aplikasi inokulan ke dalam tanah.

Meskipun Fe merupakan unsur esensial, namun jika berlebihan akan menyebabkan keracunan bagi tanaman. Kecukupan Fe dalam jaringan tanaman sekitar 50-250 ppm, jika kurang dari 50 ppm terjadi defisiensi, sedangkan bila lebih dari 300 ppm akan terjadi keracunan seperti halnya pada tanaman padi yang ditandai dengan bercak coklat (*bronzing*) (Suyono *et al.*, 2006). Aplikasi inokulan bakteri penghasil siderofor memerlukan kajian mengenai kepadatan populasi inokulan serta pengaruhnya terhadap penyediaan Fe bagi pertumbuhan tanaman.

Selain berperan sebagai agen pengangkutan unsur Fe, siderofor juga aktif sebagai faktor pertumbuhan dan beberapa diantaranya berfungsi sebagai antibiotik. Kemampuan siderofor mengikat Fe(III) merupakan pesaing terhadap organisme lain sehingga siderofor berperan aktif dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen dan dapat digunakan dalam pengendalian hayati penyakit tumbuhan. Dikhawatirkan kepadatan bakteri siderofor yang berlebihan juga akan menekan mikroorganisme-mikroorganisme yang bermanfaat di sekitar rhizosfer tanaman.

Herdiyantoro *et al.* (2008) telah mengisolasi dan mengidentifikasi lima spesies bakteri penghasil siderofor dari daerah berkapur Leuweung Sancang, Kabupaten Garut, Jawa Barat, yaitu: *Pseudomonas alcaligenes* (H<sub>1</sub>), *P. alcaligenes* (H<sub>3</sub>), *P. alcaligenes* (L<sub>1</sub>), *P. alcaligenes* (L<sub>2</sub>) dan *P. diminuta* (L<sub>3</sub>). Hasil uji aktivitas pada media cair Murashige Skoog menunjukkan bahwa isolat L<sub>1</sub> dapat meningkatkan Fe tersedia (56,35% lebih tinggi dibandingkan kontrol), serapan Fe (56,81% lebih tinggi dibandingkan kontrol) dan penurunan gejala klorosis pada daun tanaman jagung (86,66% lebih rendah dari kontrol).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kepadatan inokulan bakteri unggul penghasil siderofor L1 terhadap Fe tersedia, serapan Fe, populasi bakteri siderofor L1, respirasi tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah berkapur asal Tagog Apu.

## METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dan di kebun percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Percobaan dilaksanakan dari bulan April – November 2009.

Bahan yang digunakan dalam percobaan terdiri dari: (1) contoh tanah yang diambil dari daerah berkapur Tagog Apu sebagai media tanam (analisis tanah terlampir pada Lampiran 1); (2) bakteri siderofor L1 (morfologi dan fisiologi terlampir pada Lampiran 2); (3) media CAS; (4) media Luria Bertani (LB) dan garam fisiologis sebagai media perbanyakan isolat; (5) benih jagung hibrida; (6) pupuk Urea (45% N); (7) pupuk SP-36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); (8) pupuk KCl (60% K<sub>2</sub>O); dan (9) kompos.

Alat yang digunakan dalam percobaan terdiri dari: (1) cangkul; (2) peralatan laboratorium untuk analisis mikrobiologi dan kimia tanah; (3) polybag; (4) alat penyiram; (5) timbangan; (6) alat tulis dan alat pelengkap lainnya.

Peremajaan isolat dilakukan dengan menumbuhkan bakteri penghasil siderofor L1 pada media agar CAS (Schwyn and Neilands, 1987).

Pengujian kepadatan inokulan bakteri siderofor L1 terhadap Fe tersedia, serapan Fe, populasi bakteri siderofor L1, respirasi tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah berkapur asal Tagog Apu dilakukan berdasarkan rancangan acak kelompok faktor tunggal dengan 5 perlakuan dan 5 kali ulangan.

Perlakuan yang diujikan adalah sebagai berikut:

- B<sub>0</sub> = tanpa bakteri siderofor L1
- B<sub>1</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10<sup>5</sup> SPK/ml
- B<sub>2</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10<sup>6</sup> SPK/ml
- B<sub>3</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10<sup>7</sup> SPK/ml
- B<sub>4</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10<sup>8</sup> SPK/ml

Pengamatan yang dilakukan meliputi:

1. Serapan Fe (metode H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) pada masa vegetatif akhir tanaman.
2. Populasi bakteri siderofor L1 (metode *plate count*) pada masa vegetatif akhir tanaman.
3. Respirasi tanah (metode titrasi) pada masa vegetatif akhir tanaman.

4. Hasil bobot pipilan jagung kering per tanaman yang dikonversikan ke bobot pipilan kering per Ha pada saat panen. Konversi berdasarkan populasi tanaman jagung per Ha dengan jarak tanam 75x20 cm dan efisiensi lahan 70% adalah 46.666 tanaman per Ha.

Pengujian perlakuan dilakukan sidik ragam. Untuk perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut Duncan (Mattjik dan Sumertajaya 2002).

Bakteri siderofor L1 ditumbuhkan pada 250 ml media perbanyak LB (Luria Bertani) selama 24 jam. Setelah itu, diukur kerapatan optik (OD) pada panjang gelombang 620 nm dengan menggunakan spektrofotometer. Nilai kerapatan optik dimasukkan ke dalam persamaan regresi kurva standar bakteri siderofor L1 untuk mengetahui kepadatan bakteri per ml (Lampiran 2). Isolat bakteri penghasil siderofor L1 diinokulasikan ke tanah masing-masing sebanyak 1% dari 8 kg bobot tanah yaitu 80 ml/polybag.

Dua benih jagung hibrida ditanamkan dalam setiap unit percobaan. Setelah 2 MST dilakukan penjarangan sehingga tersisa satu tanaman dalam setiap polybag. Pemupukan Urea sebanyak 300 kg/Ha, SP-36 200 kg/Ha, KCl 200 kg/Ha dan kompos 2 ton/Ha. Pupuk Urea diberikan 3 kali aplikasi yaitu 25% pada 1 MST, 50% pada 4 MST dan 25% pada 6 MST. Untuk pupuk SP-36 diberikan seluruhnya pada 1 MST. Sedangkan untuk pupuk KCl diberikan 2 kali aplikasi yaitu 75% pada 1 MST dan 25% pada 4 MST. Pupuk-pupuk tersebut diberikan pada lubang tugal di samping tanaman dengan jarak 7,5 cm dari tanaman kemudian ditutup dengan kompos (BPPP, 2007). Unit-unit percobaan ditata dengan jarak 75 x 20 cm dan ditempatkan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Analisis Tanah Awal**

Lokasi pengambilan contoh tanah di daerah berkapur Desa Tagog Apu, Kecamatan Padalarang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat dengan koordinat S 06°50'09,8" dan E 107°25'34,0" pada ketinggian tempat 626 m dpl. Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah Hardjowigeno (2003) dan Sulaeman *et al.* (2005) hasil analisis tanah (Lampiran 1) diantaranya menunjukkan bahwa contoh

tanah bereaksi netral (pH 6,74), kandungan Ca sedang (6,7 cmol/kg), kandungan Mg tinggi (6,20 cmol/kg) dan kandungan Fe tersedia sangat rendah (0,59 mg/kg). Tanah berkapur dicirikan dengan tingginya kandungan karbonat tanah seperti kalsit (CaCO<sub>3</sub>) dan dolomit [CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] dengan pH antara 7,5-8,5 (Loeppert *et al.*, 1994).

Kandungan Fe tersedia yang sangat rendah pada contoh tanah tersebut disebabkan pada tanah berkapur, dengan reaksi pH tanah netral-alkali, Fe mengendap sebagai Fe(OH)<sub>3</sub> sehingga tidak dalam bentuk tersedia bagi tanaman walaupun menurut Rosmarkam & Yuwono (2002) kadar Fe total cukup tinggi yaitu sekitar 20.000-40.000 ppm. Lebih lanjut DIKTI (1991) menyatakan bahwa kelarutan Fe mencapai minimum pada kisaran pH 6,5 sampai 8,0 karena aktivitas Fe<sup>3+</sup> dalam larutan turun seribu kali tiap kenaikan satu unit pH.

### **Pengaruh Kepadatan Bakteri Siderofor L1 terhadap Serapan Fe**

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan 10<sup>8</sup> SPK/ml (perlakuan B<sub>4</sub>) nyata menghasilkan nilai serapan Fe tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan B<sub>4</sub> mampu meningkatkan serapan Fe dibandingkan perlakuan B<sub>0</sub> sebesar 130,30%.

Tabel 1. Pengaruh kepadatan bakteri siderofor L1 terhadap serapan Fe.

Perlakuan	Serapan Fe (mg/kg)	
B <sub>0</sub> = tanpa bakteri siderofor L1	188,52	a
B <sub>1</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>5</sup> SPK/ml	248,10	ab
B <sub>2</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>6</sup> SPK/ml	288,51	bc
B <sub>3</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>7</sup> SPK/ml	348,91	c
B <sub>4</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>8</sup> SPK/ml	434,17	d

Keterangan: Nilai rata-rata pada kolom yang sama ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Interaksi antara mikroorganisme penghasil siderofor dengan tanaman di daerah rhizosfer dapat membantu tanaman dalam penyerapan Fe untuk pertumbuhannya (Loper and Buyer, 1991). Pada kondisi tanah dengan ketersediaan Fe yang terbatas tanaman memanfaatkan Fe yang mudah larut seperti

dalam bentuk Fe(III)–siderofor yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Crowley *et al.*, 1991).

Konsentrasi Fe minimal yang diperlukan untuk pertumbuhan normal tanaman adalah  $10^{-4}$  sampai  $10^{-9}$  M sedangkan untuk pertumbuhan optimal mikroorganisme berkisar antara  $10^{-5}$  sampai  $10^{-7}$  M. Tanaman dan mikroorganisme mengadakan interaksi dalam mendapatkan unsur Fe dalam tanah (Loper and Buyer, 1991). Berdasarkan kisaran kebutuhan Fe tersebut, maka bentuk interaksi antara tanaman dan mikroorganisme dapat sinergis atau antagonis. Interaksi antagonis terjadi bila seluruh Fe yang terlarutkan oleh mikroorganisme diserap seluruhnya oleh tanaman. Interaksi sinergis terjadi bila tidak semua Fe diserap oleh tanaman dan selain itu, menurut Rao (1994) interaksi sinergis di daerah rhizosfer menyebabkan mikroorganisme akan mendapatkan eksudat-eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman yaitu berupa asam amino, gula, asam organik, vitamin-vitamin dan senyawa-senyawa lain yang tidak teridentifikasi.

### **Pengaruh Kepadatan Bakteri Siderofor L1 terhadap Populasi Bakteri Siderofor L1**

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan  $10^7$  SPK/ml (perlakuan B<sub>3</sub>) nyata menghasilkan nilai populasi bakteri siderofor L1 tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 2. Pengaruh kepadatan bakteri siderofor L1 terhadap populasi bakteri siderofor L1.

Perlakuan	Populasi Bakteri Siderofor L1 x 0 <sup>11</sup> (SPK/ml)
B <sub>0</sub> = tanpa bakteri siderofor L1	0,59 a
B <sub>1</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>5</sup> SPK/ml	0,81 ab
B <sub>2</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>6</sup> SPK/ml	1,11 bc
B <sub>3</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>7</sup> SPK/ml	1,52 d
B <sub>4</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>8</sup> SPK/ml	1,46 cd

Keterangan: Nilai rata-rata pada kolom yang sama ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Peningkatan total populasi bakteri siderofor L1 terjadi karena bakteri siderofor L1 dengan kepadatan  $10^7$  SPK/ml mampu beradaptasi pada media tanah

berkapur sehingga mendominasi jumlah bakteri indigen. Kepadatan sel bakteri sangat penting dalam kaitannya dengan viabilitas isolat dalam media tanah. Rata-rata populasi bakteri tanah untuk dapat bertahan dari parasit atau predator adalah  $10^6$  SPK/ml (Tate, 2000). Selain itu, bakteri penghasil siderofor mampu mengubah Fe tidak tersedia menjadi terlarut dalam bentuk khelat Fe(III)-siderofor dan mempunyai membran spesifik yang disebut dengan *iron regulated outer membrane proteins* (IROMP) sehingga bentuk khelat Fe(III)-siderofor yang terlarut dapat masuk ke dalam sistem metabolik. Unsur Fe digunakan oleh bakteri untuk mereduksi ribosa dalam DNA dan untuk tujuan esensial lainnya (Guan *et al.*, 2001).

### **Pengaruh Kepadatan Bakteri Siderofor L1 terhadap Respirasi Tanah**

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 tidak mempengaruhi respirasi tanah. Hal ini karena aktivitas bakteri siderofor dalam melarutkan Fe tidak larut telah mencapai batas maksimum sehingga unsur Fe menjadi tersedia dan telah diserap oleh tanaman.

Tabel 3. Pengaruh kepadatan bakteri siderofor L1 terhadap respirasi tanah.

Perlakuan	Respirasi Tanah (mg CO <sub>2</sub> -C/kg Tanah/Hari)
B <sub>0</sub> = tanpa bakteri siderofor L1	11,11 a
B <sub>1</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>5</sup> SPK/ml	10,42 a
B <sub>2</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>6</sup> SPK/ml	10,39 a
B <sub>3</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>7</sup> SPK/ml	10,87 a
B <sub>4</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan 10 <sup>8</sup> SPK/ml	10,83 a

Keterangan: Nilai rata-rata pada kolom yang sama ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Respirasi tanah merupakan indikator dalam menentukan tingkat aktivitas mikroorganisme tanah. Respirasi tanah mempunyai korelasi yang baik dengan parameter lain yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme tanah seperti transformasi unsur hara, jumlah mikroorganisme, pH dan kandungan bahan organik (Anas, 1989). Aktivitas bakteri siderofor dalam melarutkan Fe akan terus berlangsung bila jumlah Fe tidak larut masih berada dalam jumlah yang besar. Aktivasinya akan menurun dengan semakin berkurangnya jumlah Fe tidak larut.

Menurut Machuca and Milagres (2003) biosintesis siderofor berjalan sesuai dengan kondisi ketersediaan unsur Fe. Pada saat kondisi ketersediaan Fe tinggi maka produksi siderofor berkurang.

Kekhawatiran bahwa bakteri siderofor L1 dapat menghambat aktivitas mikroorganisme indigen yang bermanfaat karena persaingan penggunaan unsur Fe tidak terbukti benar. Hal ini terlihat dari Tabel 3 yang menunjukkan bahwa respirasi tanah dengan berbagai perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 sama dengan respirasi tanah tanpa perlakuan bakteri siderofor L1.

### **Pengaruh Kepadatan Bakteri Siderofor L1 terhadap Hasil Tanaman Jagung**

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 mempengaruhi bobot jagung pipilan kering per tanaman. Perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan  $10^8$  SPK/ml (perlakuan B<sub>4</sub>) nyata menghasilkan nilai bobot jagung pipilan kering per tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 4. Pengaruh kepadatan bakteri siderofor L1 terhadap bobot jagung pipilan kering per tanaman dan per ha.

Perlakuan	Bobot Pipilan Kering/ Tanaman (g)	*Bobot Pipilan Kering/ha (ton)
B <sub>0</sub> = tanpa bakteri siderofor L1	7,52 a	0,35
B <sub>1</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan $10^5$ SPK/ml	16,27 a	0,76
B <sub>2</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan $10^6$ SPK/ml	30,76 b	1,44
B <sub>3</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan $10^7$ SPK/ml	37,65 b	1,76
B <sub>4</sub> = bakteri siderofor L1 kepadatan $10^8$ SPK/ml	55,86 c	2,61

Keterangan: Nilai rata-rata pada kolom yang sama ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan  $10^8$  SPK/ml mampu meningkatkan serapan Fe yang oleh tanaman digunakan dalam metabolismenya sebagai katalis pembentukan klorofil. Metabolisme yang baik akan menghasilkan alokasi fotosintat dalam jumlah banyak terutama pada organ penimbun (Tisdale *et al.*, 1993). Dengan demikian fotosintat yang dihasilkan dari proses tersebut dapat digunakan dalam pembentukan biji tanaman jagung.

## KESIMPULAN

1. Perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 berpengaruh terhadap serapan Fe. Perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan  $10^8$  SPK/ml (perlakuan B<sub>4</sub>) nyata menghasilkan nilai serapan Fe tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.
2. Perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 berpengaruh terhadap populasi bakteri siderofor L1. Perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan  $10^7$  SPK/ml (perlakuan B<sub>3</sub>) nyata menghasilkan nilai populasi bakteri siderofor L1 tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.
3. Perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 tidak berpengaruh terhadap respirasi tanah.
4. Perlakuan kepadatan bakteri siderofor L1 berpengaruh terhadap bobot pipilan kering per tanaman. Perlakuan bakteri siderofor L1 kepadatan  $10^8$  SPK/ml (perlakuan B<sub>4</sub>) nyata menghasilkan nilai bobot pipilan kering per tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada Universitas Padjadjaran melalui Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. 1989. Biologi Tanah dalam Praktek. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen Perguruan Tinggi, PAU, IPB.
- [BPPP] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2007. Budidaya Jagung dengan Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu. Jakarta: Litbang Deptan.
- Crowley, D.E., Y.C. Wang, C.P.P. Reid, and P.J. Szaniszlo. 1991. Mechanism of iron acquisition from siderophores by microorganisms and plants. *Plant and Soil* 130:179-198.
- [DIKTI] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 1991. Kesuburan Tanah. Jakarta: DIKTI.
- Foth, H.D. 1990. *Fundamentals of Soil Science*. New York: John Wiley & Sons.
- Guan, L., K. Kanoh and K. Kamino 2001. Effect of exogenous siderophores on iron uptake activity of marine bacteria under iron-limited conditions. *Appl Environ Microbiol* 67(4):1710-1717.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.



- Herdiyantoro, D., D.H. Arief, Y.C. Renjana. 2008. Pengaruh bakteri penghasil siderofor dari Cagar Alam Leuweung Sancang terhadap Fe-tersedia, serapan Fe dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var *saccharata* struts) pada medium Murashige Skoog. Bandung: Poster Dies Natalis Unpad Ke-51 TH. 2008: Penataan diri dan penggalangan komitmen untuk meraih kualitas unggul.
- Hoegy, F., H. Celia, G. Mislin, M. Vincent, J. Gallay, and I.J. Schalk. 2005. Binding of iron-free siderophore, a common feature of siderophore outer membrane transporters of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Biological Chemistry* 280(21):20222-20230.
- Leiwakabessy, F.M. 1988. Kesuburan Tanah. Bogor: IPB.
- Loeppert, R.H., L.C. Wei, and W.R. Ocumpaugh. 1994. Soil factor influencing the mobilization of iron in calcareous soils. Di dalam: *Biochemistry of Metal Micronutrients in the Rhizosphere*. Editors: Manthey JA, Crowley DE, Luster DG. London: Lewis Publishers.
- Loper, J.E. and J.S. Buyer. 1991. Siderophores in microbial interactions on plant surfaces. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 4(1):5-13.
- Machuca, A., and A.M.F. Milagres. 2003. Use of CAS-agar plate modified to study the effect of different variables on the siderophore production by *Aspergillus*. *Letters in Applied Microbiology* 36:177-181.
- Mattjik, A.A., dan I M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan. Bogor: IPB Press.
- Rajamuddin, A., S. Siradz dan B.Radjagukguk. 2006. Karakteristik Kimiawi dan Mineralogi Tanah pada Beberapa Ekosistem Bentang Lahan Karst di Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 6(1):1-12.
- Rao, N.S.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan. Jakarta: UI-Press.
- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Yogyakarta: Kanisius.
- Schwyn, B., and J.B. Neilands. 1987. Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Anal Biochem* 160:47-56.
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah (Balittanah), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Suyono, A.D., T. Kurniatin, S. Mariam, B. Joy, M. Damayani, T. Syammusa, N. Nurlaeni, A. Yuniarti, E. Trinurani dan Y. Machfud. 2006. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Bandung: Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.
- Tate, R.L. 2000. *Soil Microbiology*. New York: John Wiley & Sons.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson J.D. Beaton and J.L. Haplin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizer*. USA: The MacMillan Publ. Co. Inc.

Lampiran 1. Hasil analisis tanah yang diambil dari daerah Tagog Apu, Padalarang, Jawa Barat.

No.	Jenis Analisis	Metode	Hasil	Satuan	Kriteria
1.	pH H <sub>2</sub> O	Potensiometri	6,74	-	Netral
2.	C-organik	Walkley & Black	2,64	%	Sedang
3.	N-total	Kjeldhal	0,23	%	Sedang
4.	C/N	-	11,00	-	Sedang
5.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	HCl 25%	15,20	mg/100 g	Rendah
6.	K <sub>2</sub> O total	HCl 25%	13,50	mg/100 g	Rendah
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tersedia	Olsen	16,60	mg/kg	Rendah
8.	K	Perkolasi/Am. Acetat pH 7,0	0,10	cmol/kg	Rendah
9.	Na	Perkolasi/Am. Acetat pH 7,0	0,10	cmol/kg	Rendah
10.	Ca	Perkolasi/Am. Acetat pH 7,0	6,70	cmol/kg	Sedang
11.	Mg	Perkolasi/Am. Acetat pH 7,0	6,20	cmol/kg	Tinggi
12.	KTK	Perkolasi/NH <sub>4</sub> Acetat pH 7,0	27,60	cmol/kg	Tinggi
13.	Kejenuhan basa	-	47,50	%	Sedang
14.	Al-dd	KCl 1N	0,01	cmol/kg	Rendah
15.	H-dd	KCl 1N	0,19	cmol/kg	Rendah
16.	Fe	Morgan-Venema	0,59	mg/kg	Sangat Rendah
17.	Tekstur	Peptisasi			Liat
	Pasir		13,00	%	
	Debu		43,70	%	
	Liat		43,30	%	
18.	Total populasi bakteri	Total count	plate 1,32 x 10 <sup>11</sup>	SPK/ml	-

Sumber: Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, 2009.

Lampiran 2. Morfologi, fisiologi dan persamaan regresi kurva standar bakteri siderofor L1.

No.	Peubah	Karakteristik Morfologi dan Fisiologi
1.	Warna koloni	Putih
2.	Gram	-
3.	Ukuran	Kecil
4.	Bentuk	Batang
5.	Kapsul	+
6.	Spora	-
7.	Motilitas	-
8.	Aerob	+
9.	Katalase	+
10.	Hidroloisis Gelatin	+
11.	Hidrolisis Pati	-
12.	Hidrolisis Kasein	+
13.	Glukose	-
14.	Laktose	-
15.	Manitol	-
16.	Maltose	-
17.	Sukrose	-
Identifikasi		<i>Pseudomonas alcaligenes</i>
Persamaan Regresi		
Kurva Standar Isolat L1		$y = (4,37 + 4,37x).10^8$

Sumber: Herdiyantoro *et al.*, 2008. Pengaruh bakteri penghasil siderofor dari Cagar Alam Leuweung Sancang terhadap Fe-tersedia, serapan Fe dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var *saccharata* struts) pada medium Murashige Skoog.

# KEANEKARAGAMAN FUNGI MIKORIZA LOKAL PADA AREAL PASCA TAMBANG BATUBARA DI PT ADARO INDONESIA

Ronny P. Tambunan<sup>1</sup>, Maman Turjaman<sup>2</sup>, Erry Purnomo<sup>3</sup>,  
Agus Subandrio<sup>1</sup>, Iswan Sujarwo<sup>1</sup>, Priyadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Departemen Environmental PT Adaro Indonesia, Mine Office Wara KM 73*

<sup>2</sup> *Forest and Nature Conservation Research and Development, Jl. Gunung Batu  
No.5 Bogor*

<sup>3</sup> *Forestry Faculty, Lambung Mangkurat University, Banjarbaru, South  
Kalimantan*

## Abstract

Tropical forests have abundant biodiversity that includes microbial composition can change as a result of the mining activities. Changes in composition can cause the decrease of microbial populations and decrease. From the results of field observation found in fungi, mycorrhizal fungus (AMF) which colonization naturally with plant species under a pioneer in post-mining land in PT Adaro Indonesia. Found a pioneer species *Melastoma* and *Seleria* have a high value of AMF colonization and adapted well in marginal conditions. The purpose of this study was to obtain information and data on the potential of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) which colonization naturally with plant species under a pioneer in post-mining land of PT Adaro Indonesia, Tanjung-Tabalong, South Kalimantan

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), colonization, pioneer

## PENDAHULUAN

Hutan tropika memiliki keanekaragaman hayati yang berlimpah meliputi flora, fauna dan jasad renik. Jasad renik atau yang lebih dikenal dengan mikroba merupakan salah satu kelompok makhluk hidup yang mempunyai peran penting dalam menjaga stabilitas siklus nutrisi pada ekosistem hutan tropika. Mikroba pada lantai hutan terbagi-bagi lagi dalam kelompok mikroba simbiotik, parasit/patogen, dan dekomposer. Pada umumnya mereka termasuk kelompok fungi (jamur/cendawan).

Hutan tropika mempunyai siklus nutrisi yang tertutup, akumulasi nutrisi terdapat pada biomassa pohon hutan. Apabila pohon hutan ditebang dan lapisan atas tanah dihilangkan, maka telah terjadi perubahan dari komposisi mikroba.

Khusus pada mikroba simbiotik terjadi pemutusan hubungan antara inang dan fungi yang bersimbiosis. Fungi dapat bertahan pada lantai hutan yang terbuka dalam bentuk spora, hifa ataupun miselia dalam kondisi terbatas. Apabila terjadi peningkatan suhu dan kelembaban udara pada lantai hutan ditambah lagi dengan masuknya sinar ultraviolet, maka dapat dipastikan populasi fungi menurun drastis dan mati. Fungi mikoriza akan kembali naik populasinya apabila areal yang terbuka didatangi oleh benih-benih tanaman pionir yang tumbuh pada areal pasca tambang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi dan data potensi fungi mikoriza arbuskula (FMA) yang berkolonisasi secara alami dengan jenis-jenis tumbuhan bawah pionir pada lahan pasca tambang di PT Adaro Indonesia, Tanjung-Tabalong, Kalimantan Selatan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Teknik sampling**

Investigasi ini difokuskan pada kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis-jenis tanaman pionir yang tumbuh di lahan pasca tambang batubara. Lokasi penelitian terletak di PT Adaro Indonesia, Tanjung-Tabalong, Kalimantan Selatan, Indonesia. Lokasi pengambilan sampel tumbuhan bawah dicatat letaknya dengan alat GPS (Tabel 1 dan Gambar 1.) Rata-rata temperature berkisar 24-30 °C dan curah hujan bervariasi antara 2500- 2800 mm. 22 sampel vegetasi telah dikoleksi pada bulan April-Mei 2007. Semua jenis vegetasi termasuk kategori tumbuhan bawah. Waktu pengambilan contoh akar, akar-akar dipisahkan dari pucuknya dan ditempatkan dalam kantong plastik dan dikirim ke laboratorium.

### **Identifikasi jenis vegetasi**

Identifikasi jenis tumbuhan bawah telah dilakukan di kelompok peneliti Botani, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor. Setiap jenis vegetasi dikumpulkan sebanyak tiga ulangan dari dua lokasi yang berbeda.

### Menentukan status mikoriza

Akar-akar dicuci dengan air bersih untuk memisahkan partikel-partikel tanah yang menempel di perakaran. Kemudian contoh akar dibersihkan dalam larutan KOH (100 g/l) selama 1 jam, kemudian diasamkan dengan larutan HCl (Phillips and Hayman, 1970) dan diberi pewarnaan dengan 500 mg/l aniline blue selama 15 menit. Persentase kolonisasi mikoriza ditentukan dengan metode “*grid line intersect*” (Giovannetti and Mosse, 1980) dibawah mikroskop stereo (40-200x). Keberadaan arbuskula, internal hifa, dan vesikel dari setiap interseksi dan diperhitungkan sebagai persentase dari interseksi total akar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Identifikasi tumbuhan bawah

Dari 22 sampel tumbuhan bawah yang diteliti terdapat 14 jenis tumbuhan bawah yang telah diidentifikasi. Beberapa jenis tumbuhan bawah sama jenisnya yang berasal dari lokasi disposal maupun alam.

**Tabel 1.** Identifikasi jenis-jenis tumbuhan bawah pada areal disposal dan areal yang belum pernah ditambang di PT Adaro Indonesia, Tanjung-Tabalong, Kalimantan Selatan

No.	Nama Botani	Famili
<b>Disposal (Areal pasca tambang)</b>		
1	<i>Eupatorium pallescens</i> Dc.	Compositae
2	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	Melastomataceae
3	<i>Seleria multifoliata</i> Boeck.	Cyperaceae
4	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	Graminae
5	<i>Panicum viride</i> Linn.	Graminae
6	<i>Commersonia bartramia</i> (L.) Merr.	Sterculiaceae

Tabel 1 (lanjutan)

No.	Nama Botani	Famili
<b>Alam (Areal yang belum pernah ditambang)</b>		
1	<i>Seleria multifoliata</i> Boeck.	Cyperaceae
2	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	Melastomataceae
3	<i>Macaranga trichocarpa</i> (Reichb. F & Zool) Muell. Arg.	Euphorbiaceae
4	<i>Acmena acuminatissima</i> (Blume) Merr. et.Perry	Myrtaceae
5	<i>Gleichenia linearis</i> (Burm. F) C.B. Clarcke.	Geischiaceae
6	<i>Diamella bancana</i> Miq.	Liliaceae
7	<i>Curculigo capitulata</i> (Lour) Kuntze. O.K.	Amaryllidaceae
8	<i>Endospermum diadenum</i> (Miq.) Airy Shaw	Euphorbiaceae
9	<i>Commersonia bartramia</i> (L) Mer.	Sterculiaceae
10	<i>Eupatorium pallescens</i> Dc.	Compositae
11	<i>Arthophyllum diversifolium</i> Blume.	Araliaceae
12	<i>Bauhinia monandra</i> Kurz.	Leguminosae
13	<i>Imperata cylindrica</i> (L) Beaun.	Graminae
14	<i>Pleomele angustifolia</i> N.E & BR	Liliaceae
15	<i>Panicum malabaricum</i> (Linn) Merril.	Graminae
16	<i>Senna allata</i> (L) Roxb.	Leguminosae

Dari 14 jenis tumbuhan bawah yang telah diidentifikasi, mereka berasal dari 12 famili yang berbeda. Namun demikian secara ekologi dan manfaatnya, seperti cara penyebaran, kegunaan maupun budidayanya tidak ada informasi maupun publikasinya. *Imperata cylindrica* sudah banyak dikupas dari sisi gulma yang mengganggu, namun dari segi manfaat untuk menekan tingkat erosi, belum banyak diteliti.

Tabel 2. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada beberapa jenis tumbuhan bawah yang berasal dari areal disposal dan alam di PT Adaro Indonesia Tanjung Tabalong

No.	Jenis vegetasi	Keluarga	kolonisasi FMA (%)	Jumlah spora
<b>Disposal</b>				
1.	<i>Eupatorium pallescens</i> Dc.	Compositae	1.1 ± 0.5	-
2.	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	Melastomataceae	41 ± 16	40 spora
3.	<i>Seleria multifoliata</i> Boeck.	Cyperaceae	74 ± 10	-
4.	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beaum	Graminae	27 ± 10	-
5.	<i>Panicum viride</i> Linn.	Graminae	35 ± 17	60 spora
6.	<i>Commersonia bartramia</i> (L.) Merr	Sterculiaceae	10 ± 2.5	-

Tabel 2 (lanjutan)

No.	Jenis vegetasi	Keluarga	kolonisasi FMA (%)	Jumlah spora
<b>Alam</b>				
7.	<i>Seleria multifoliata</i> Boeck.	Cyperaceae	34 ± 10	6 spora
8.	<i>Melastoma malabathricum</i> Linn.	Melastomataceae	69 ± 6	40 spora
9.	<i>Macaranga trichocarpa</i> (Reichb. F & Zool Muell. Arg.	Euphorbiaceae	74 ± 13	13 spora
10.	<i>Acmena acuminatissima</i> (Blume) Merr. Et. Perry	Myrtaceae	79 ± 14	85 spora
11.	<i>Gleichenia linearis</i> (Burm. F) C.B. Clarcke	Geischiaceae	24 ± 8.6	39 spora
12.	<i>Diamella bancana</i> Miq.	Liliaceae	70 ± 12	-
13.	<i>Curculigo capitulata</i> (Lour) Kuntze. O.K.	Amaryllidaceae	57 ± 11	-
14.	<i>Endospermum diadenum</i> (Miq.) Airy Shaw	Euphorbiaceae	56 ± 15	144 spora
15.	<i>Commersonia bartramia</i> (L) Mer.	Sterculiaceae	60 ± 8	2 spora
16.	<i>Eupatorium pallescens</i> Dc.	Compositae	71 ± 16	10 spora
17.	<i>Arthophyllum diversifolium</i> Blume.	Araliaceae	44 ± 11	-
18.	<i>Bauhinia monandra</i> Kurz.	Leguminosae	49 ± 15	5 spora
19.	<i>Imperata cylindrica</i> (L) Beaun.	Graminae	40 ± 14	22 spora
20.	<i>Pleomele angustifolia</i> N.E & BR	Liliaceae	25 ± 2	9 spora
21.	<i>Panicum malabaricum</i> (Linn) Merril.	Graminae	78 ± 20	-
22.	<i>Senna allata</i> (L) Roxb.	Leguminosae	79 ± 9	5 spora

### Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula

Dari 22 sampel jenis tumbuhan bawah, diperoleh data kolonisasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) setelah melalui proses trapping. 10 sampel lagi dicoba untuk diulang kembali melalui proses trapping. FMA terdeteksi pada semua sampel dengan tingkat kolonisasi yang bervariasi.

Pada areal disposal, kolonisasi FMA tertinggi diperoleh pada jenis tumbuhan bawah berturut-turut *Seleria*, *Melastoma*, *Panicum* dan *Imperata* (Gambar 2-8). Spora FMA ditemukan juga pada jenis *Melastoma* dan *Panicum*. Pada areal alam, jenis-jenis *Acmena*, *Diamella*, *Macaranga* dan *Melastoma* menunjukkan tingkat kolonisasi FMA yang tinggi dengan kisaran 69-79%. Spora FMA yang ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan spora FMA yang berasal dari disposal. Jenis FMA yang ditemukan adalah jenis *Glomus* sp. (Gambar 8). Spora FMA ditemukan juga pada jenis *Melastoma* dan *Panicum*. Menurut Prof. Osaki (komunikasi pribadi) *Melastoma* merupakan salah satu jenis tumbuhan bawah yang mampu beradaptasi pada kandungan Al yang tinggi, karena



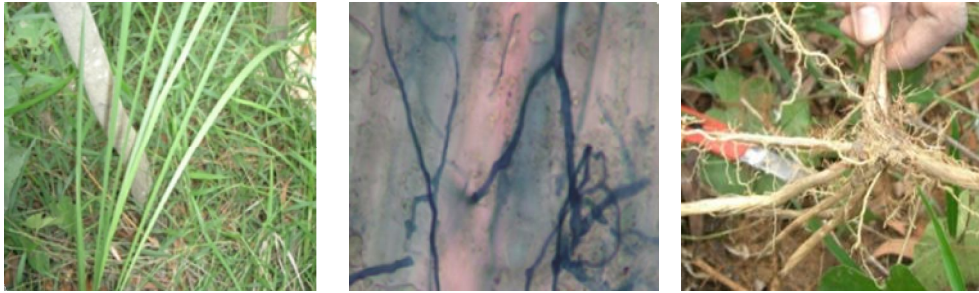
diduga diperakarkan *Melastoma* terdapat beberapa jenis fungi maupun bakteri yang membantu dalam proses adaptasi tersebut. Penelitian FMA pada areal pasca tambang di daerah tropika baru pertama kali dilakukan dan sangat sedikit informasi yang diperoleh dari beberapa publikasi internasional. Tawaraya *et al.* (2003) telah mengukur tingkat kolonisasi FMA pada jenis-jenis pohon yang tumbuh di hutan rawa gambut. Kemudian Shi *et al.* (2006) telah menentukan tingkat kolonisasi FMA pada jenis-jenis pohon dari keluarga *Meliaceae* di pulau Hainan.

Keanekaragaman FMA pada areal disposal sangat tergantung pada eksistensi vegetasi yang tumbuh diareal tersebut. Untuk memperbaiki dan meningkatkan populasi FMA pada areal disposal dapat ditingkatkan dengan cara melakukan kegiatan revegetasi terutama pada jenis-jenis rerumputan dan legume. Dengan masuknya vegetasi, berarti siklus nutrisi mulai terbentuk, karena biomas vegetasi yang terdekomposisi di tanah dan dapat dimanfaatkan FMA sehingga kesuburan lahan pada areal disposal dapat meningkat.

Dari hasil observasi, *Imperata*, *Melastoma* dan *Macaranga* merupakan jenis-jenis tumbuhan pionir yang dominan pada areal terbuka di tambang batubara. Fungsi dan kegunaan jenis tanaman ini perlu diteliti lebih detil, terutama berkaitan dengan rantai makanan yang mungkin terputus-putus di areal pasca tambang batubara. Selain itu budidaya jenis-jenis *Macaranga* perlu dilakukan sebagai jenis tanaman pionir lokal yang bermanfaat bagi perbaikan lingkungan dimasa mendatang.



Gambar 1. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Euphorium palescens* pada areal disposal.



Gambar 2. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Imperata cylindrica* (alang-alang) pada areal disposal



Gambar 3. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Panicum viride* pada areal disposal



Gambar 4. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Commersonia bartramia* pada areal disposal



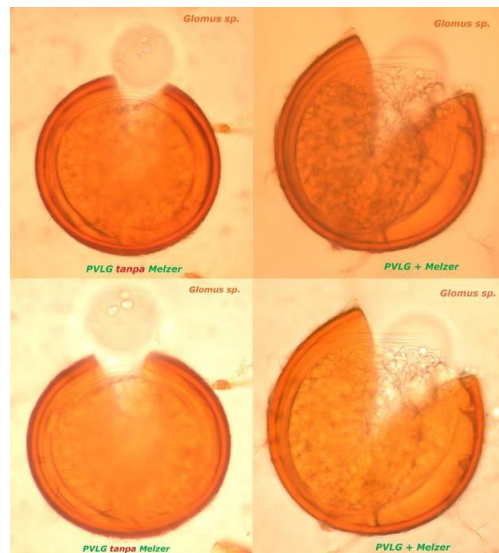
Gambar 5. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Seleria multifoliata* pada areal disposal



Gambar 6. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Diamella bancana* pada areal disposal



Gambar 7. Kolonisasi fungi mikoriza arbuskula pada jenis tumbuhan bawah *Curculigo capitulata* pada areal disposal



**Spora FMA (*Glomus sp.*) A2**

Gambar 8. Jenis *Glomus sp.* yang ditemukan di areal pasca tambang batubara

## KESIMPULAN

Keanekaragaman dan populasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada jenis-jenis tumbuhan pada areal alam yang belum terganggu (belum ditambang) lebih tinggi dibandingkan dengan lahan disposal. Eksistensi FMA sangat erat hubungannya dengan eksistensi tanaman pionir pada lahan pasca tambang.

Jenis pionir *Melastoma* dan *Seleria* mempunyai nilai kolonisasi FMA yang tinggi dan mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi marjinal. Jenis pionir *Acmena*, *Diamela*, dan *Macaranga* pada hutan alam mempunyai nilai kolonisasi FMA tertinggi.

Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) dapat dijadikan salah satu indikator yaitu mulai terbentuknya anggota rantai makanan pada areal pasca tambang batubara. Perlu dilakukan serangkaian usaha budidaya tanaman pionir lokal yang berpotensi sebagai tanaman penutup sebagai bagian tanaman *covercrops* dalam kegiatan *hydroseeding*. Apabila benih lokal tersedia, jenis-jenis tumbuhan bawah tersebut dapat menggantikan benih-benih eksotik yang selama ini digunakan sebagai sumber aplikasi *hydroseeding*. Jenis-jenis *Melastoma*, *Acmena*, *Diamela*, *Seleria* dan *Macaranga* sebagai tanaman pionir yang berpotensi untuk dikembangkan dalam percepatan revegetasi di areal overburden.

Keanekaragaman maupun populasi FMA dapat ditingkatkan pada areal disposal melalui percepatan revegetasi dari berbagai jenis tanaman baik tumbuhan bawah maupun tanaman berkayu. Dengan demikian rantai makanan pada areal disposal akan pulih kembali secara bertahap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Giovanetti, M., and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84:489-500.
- Phillips, J.M. and D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 158-16 .
- Shi, Z.Y., Y.L. Chen, G. Feng, R.J. Liu, P. Christie, and X.L. Li. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with the Meliaceae on Hainan island, China. *Mycorrhiza* 16: 81-87.

Tawaraya, K., Y. Takaya, M. Turjaman, S.J. Tuah, S.H. Limin, Y. Tamai, J.Y. Cha, T. Wagatsuma, and M. Osaki. 2003. Arbuscular mycorrhizal colonization of tree species grown in peat swamp forests of Central Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management* 182:381-386.



## **KAP SURVEY ON CSM- BGBD INDONESIA HASIL DAN TANATANGAN DALAM IMPLEMENTASI**

Pitojo Budiono. Teguh Budi Rajardjo. Yana Ekana PS.  
Dosen Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Lampung  
ptjbudiono@gmail.com

### **ABSTRACTS**

Perception is one of components that's able to influence someone's behaviour. Because with perception, someone will get a picture about information that they needed or information that's exist. After that, they're able to consider which decision to make, or things to do with their perception. So, KAP survey is a place to searching for possibilities and reading conditions among the community. This survey is linked to Conservation Sustainable Management Belowground Biodiversity (CSM BGBD) and the survey analyzed about what they can do? What are their abilities? *The first phase* KAP survey mostly concerned about farmers' perception with multiple regression analysis and path analysis/ structural equation model. *The second phase*, the survey resulted that perception of farmers level in behavior aspect is 30% more dominant than their knowledge. So, it's shown that they have good potentials and better chance to support CSM BGBD program. While in KAP survey, the research was about analyzing the descriptive quality of policy impact to CSM BGBD stakeholders' perspective, which handle the forestry, plantation and agriculture district offices, fertilizer seller in Liwa and extension education staff in Sumber Sari village (*pekon*) and Sumberjaya village. *The third phase*, study found that BGBD policy can be understood through indirect policy of BGBD such as fertilizer policy, agriculture management policy. The understanding of farmer to BGBD also have limitation due to the organic fertilizer price is higher than chemical fertilizer. Also farmer still have problem of daily needs fulfillment that will influence to their aware for conservation of BGBD. Another side, the government also have limitation on BGBD dynamic and its functions on ecology and economy aspects that will influence of policy development related to BGBD sustainability. Based on actual field condition, "sodality" concept has not found due to interest between government and community or farmer un-met.

Key words: Farmer Perception, Stakeholders Perspective, Plot Domentration

### **PENDAHULUAN**

Keputusan seseorang untuk melakukan adopsi atau tidak, sangat ditentukan oleh persepsi yang dimiliki, dan melihat tingkat kesulitan, keuntungan dan manfaat untuk memutuskan untuk memngabil, oleh karena itu persepsi menjadi

bagian penting dari perilaku. Konsep dasar yang mudah dipahami tentang persepsi yakni bahwa “ persepsi merupakan pre-disposisi dari perilaku”, artinya sebelum seseorang melakukan sesuatu maka persepsi menjadi bagian penting dalam bahan untuk memutuskan dan bertindak. Selain itu, persepsi merupakan salah satu komponen yang dapat mempengaruhi perilaku seseorang.

Fungsi dari persepsi seseorang yaitu untuk memperoleh gambaran informasi apa yang dibutuhkan ataupun yang dimiliki, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk berbuat, bertindak, serta mengambil keputusan.

Salah satu program CSM BGBD di Indonesia yaitu mencoba menggali potensi persepsi petani melalui **KAP Survey**. KAP Survey dalam CSM BGBD memiliki tujuan untuk mendiskripsikan kompetensi atau tingkat kemampuan petani dan stakeholders lainnya yang didasarkan pada persepsi, sikap dan pengetahuan yang merupakan bahan untuk mengambil keputusan bertindak mendukung atau tidak dalam mensukseskan program CSM BGBD. Manfaat KAP’S kegiatan CSM BGBD cukup strategis untuk membantu menyelamatkan lingkungan di masa depan, yang secara tidak langsung mendukung *Above Ground Biodiversity* (AGBD) menjadi sangat nyata, karena terdapat prinsip, tidak mungkin kehidupan di atas tanah menjadi lebih baik jika tidak didukung oleh kehidupan di bawah tanah.

## METODOLOGI

Metode dalam penelitian ini terdapat tiga model, karena dilakukan pada tiga tahap yang berbeda. Pada KAP Survey 1, menggunakan deskriptif kumulatif. Jumlah populasi dan sampel diturunkan dengan menggunakan rumus Budiono (2005), didapat jumlah sampel 46, dan untuk KAP Survey 2 fokus kajian adalah dampak dari policy lingkungan, maka sampel yang diambil adalah proposional pada petugas teknis lapangan, dan untuk KAP Survey 3 menggunakan model seperti KAP 1, dengan jumlah sampel 52 petani di Sumber Jaya dan 30 petani di penemuan Tulang Bawang.

## **Model Analisis**

Model Analisis analisis yang digunakan pada KAP Survey 1, yakni analisis regresi berganda dengan kombinasi pada path analisis untuk mengetahui seberapa besar sumbangan tiap variabel yang ada dan potensi intervensi yang paling mungkin dilakukan agar efektif dalam merubah perilaku seseorang, yang dilihat pula dalam bentuk struktural equation model. (SEM), Program yang digunakan adalah LISREL 8.11 (*Linier Structural Relationship*). Sedangkan pada KAP Survey 2 model analisis yang digunakan adalah dengan pendekatan analisis kebijakan publik, yang dilihat dari lingkungan pendorong kebijakan. Melalui pendekatan deskriptif kualitatif, mencoba menghubungkan hasil KAP Survey 1 dan KAP Survey 2 dengan konsep “sodality” dari Tjondronegoro.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil wawancara mendalam *indepth interview* dengan para petani dan multi stakeholder yang ada di lokasi kegiatan CSB BGBD, dapat dinyatakan untuk menjawab kompetensi “what” dari cacing tanah maka hampir seluruhnya dapat menyatakan pengetahuannya tentang cacing secara umum, namun ketika lebih detail tentang keterkaitannya dengan fungsi seperti bio-indikator kesuburan atau yang lain, di tingkat pengetahuan petani cenderung menurun yang dapat menceritakan tentang fungsi cacing tanah dengan baik dengan kriteria dapat menceritakan ciri fisik tanah dan kelembaban tanah serta bagaimana menjaga agar cacing tanah dan rayap dapat berkembang biak. Pada KAP Survey 1 menekankan pada persepsi, dimana hal ini merupakan salah satu komponen yang dapat mempengaruhi perilaku seseorang. KAP Survey yang berfungsi menggali kemungkinan dan membaca potensi di tingkat individu untuk berbuat sesuatu, dan dalam hal ini dikaitkan dengan *Coservation Sustainable Management Belowground Biodiversity* (CSM BGBD).

Hasil uji regresi berganda untuk melihat korelasional dari keempat variabel bebas yang berupa  $X_1$  = persepsi terhadap keseimbangan BGBD dan



AGBD, X2 = persepsi kehidupan keanekaragaman hayati di bawah tanah dan keuntungannya, X3 = persepsi tentang pengelolaan dan kontrol pada hama dan penyakit dan X4 = persepsi tentang proses serangan hama yang dilihat dari variabel terikatnya tingkat diseminasi BGBD (X5 yang menjadi Y), maka didapatkan hasil seperti tabel 1. berikut:

Tabel 1. Tingkat Signifikansi X5 sebagai Y terhadap variabel lain.

	Coefficients	Tingkat Signifikansi	R-square
X1	-0.005	tn	0.785
X2	0.132	tn	
X3	0.544	**	
X4	0.321	*	

Sumber : data diolah 2007.

Keterangan: \*\* = nyata pada taraf 0,05 ; \* = nyata pada taraf 0,10

Dari hasil uji di atas, memberikan informasi bahwa persepsi tentang keseimbangan kehidupan hewan di atas dan di bawah tanah, setelah di korelasikan dengan diseminasi pengetahuan (X5 menjadi Y), maka di dapatkan tingkat koefisien -0,005. Artinya persepsi petani tentang keseimbangan kehidupan berbanding terbalik dengan tingkat sosialisasi CSM BGBD dengan materi sosialisasi berupa cacing tanah dan rayap. Meningkatnya diseminasi tidak mutlak dan atau tidak nyata disertai menguatnya persepsi keseimbangan kehidupan di bawah dan di atas tanah, sehingga dapat ditegaskan bahwa petani jarang sekali bahkan tidak pernah membicarakan di antara petani tentang cacing tanah maupun rayap dalam diskusi atau tema pembicaraan

Sedangkan berdasarkan uji statistik lanjut yaitu SEM (*Structural Equation Models*) dalam program LISREL - maximum likelihood, maka hasil perhitungannya (*measurement equation*) sebagai berikut;

- a. Pada variabel terikat ( $x_5 = Y - p$ ) berupa **aspek pengetahuan** didapatkan koefisien 0.94 dengan galat baku 0,037 dan t hitung sebesar 3.13, artinya bahwa perhitungan keseluruhan perspsi di bidang pengetahuan CSM BGBD

oleh kelompok tani di sekitar kegiatan CSM BGBD adalah nyata, hal ini dikuatkan dengan  $R_y$  sebesar 0,89. Besarnya  $R_y$  mengindikasikan bahwa kesesuaian data dengan lapangan adalah sebesar 89 %, sehingga ada 11 % persen yang diterangkan di luar faktor ini.

- b. Pada variabel terikat ( $x_5 = Y - s$ ) berupa **aspek sikap** didapatkan koefesien 0.95 dengan galat baku 0,068 dan t hitung sebesar 13.97 artinya bahwa perhitungan keseluruhan perspsi di bidang sikap CSM BGBD oleh kelompok tani di sekitar kegiatan CSM BGBD mendekati sempurna, hal ini dikuatkan dengan  $R_y$  sebesar 0,91. Besarnya  $R_y$  mengindikasikan bahwa kesesuaian data dengan lapangan adalah sebesar 91 %, sehingga ada 9 % persen yang diterangkan di luar faktor ini

Sebagai gambaran terhadap seluruh variabel bebas dalam aspek sikap dan pengetahuan, maka akan disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tiap Variabel Bebas.

Aspek – Variabel	Koefesien	Hasil T Hitung	Galat Baku	$R_y$
X1 – Pengetahuan	0,95	13,97	0,068	0,91
X1 – Sikap	0,92	8,60	0,11	0,85
X2 – Pengetahuan	0,85	7,76	0,11	0,73
X2 – Sikap	0,86	7,87	0,11	0,74
X3 – Pengetahuan	0,94	9,22	0,10	0,88
X3 – Sikap	0,94	9,29	0,10	0,89
X4 – Pengetahuan	0,95	9,49	0,10	0,91

Sumber data diolah 2007.

Sebagai gambaran cara mendeskripsikannya pada variabel babas ( $x_1 - p$ ) berupa **aspek pengetahuan** didapatkan koefesien 0.84 dengan galat baku 0,11 dan t hitung sebesar 7.51 dengan  $R_y$  sebesar 0,71. Hal ini mengindikasikan bahwa kesesuaian data dengan lapangan adalah sebesar 71 %, sehingga ada 29 % persen yang diterangkan di luar faktor ini, demikian halnya dengan pada variabel babas ( $x_1 - s$ ) berupa **aspek sikap** didapatkan koefesien 0.92 dengan galat baku 0,11 dan t hitung sebesar 8.60 artinya bahwa persepsi petani terkait dengan sikap

dalam hal menjaga keseimbangan kehidupan di bawah tanah dan di atas tanah dengan  $R_y$  sebesar 0,85. Besarnya  $R_y$  mengindikasikan bahwa kesesuaian data dengan lapangan adalah sebesar 85 %, sehingga ada 15 % persen yang diterangkan di luar faktor ini.

Sedangkan **persamaan struktural** (*Structural Equations*) didapatkan hasil persamaan sebagai berikut:

$$X_5 = -6.32 \cdot X_1 + 11.71 \cdot X_2 - 10.35 \cdot X_3 + 5.13 \cdot X_4, \text{ Errorvar.} = 0.34, R^2_y = 0.66$$

$$\begin{matrix} (278.98) & (513.76) & (493.44) & (225.74) & (9.01) \\ 0.023 & 0.023 & -0.021 & 0.023 & 0.038 \end{matrix}$$

Dari persamaan di atas, dapat diterangkan bahwa variabel bebas disimniasi dan komunikasi CSM BGBD dipengaruhi dengan berbading terbaik oleh persepsi kesimbangan kehidupan hewan di bawah tanah dan di atas tanah, demikain halnya dengan variabel bebas persepsi tentang hewan di bawah tanah dan diatas at Tanah beserta fungsinya, artinya semakin meningkat tingkat disimniasi dan komunikasi hal CSM BGBD tidak diikuti dengan penguatn materi kehidupan hewan baik di atas dan di bawah beserta fungsinya. Tingakt kebenaran persamaan beserta datanya adalah 0,66 atau sebesar 66% data dalam persamaan ini mampu mencerminkan kondisi sebenarnya, dan 44 % diterangkan oleh kondisi yang lain.

Kondisi ini dikuatkan dengan GFI (*Goodness of Fit Index*) sebesar 0,81, artinya model persamaan struktural yang dibangun mampu menerangkan fenomena persepsi petani dalam mendisimniasi dan komunikasikan kepada sesama petani sebesar 81 % sesuai dengan keadaan, dan terdapat 19 % diterangkan oleh faktor lain.

Pada variabel bebas persepsi tentang kesimbangan kehidupan hewan di atas dan di bawah tanah menunjukkan hasil yang berbading terbalik, artinya semakin tinggi intensitas disimniasi semakin mengicil kapasitas persepsi patani dalam membicarakan kesimbangan hewan yang hidup di atas dan di bawah tanah,

artinya dalam pertemuan-pertemuan petani jarang sekali membicarakan tentang keseimbangan kehidupan hewan yang di atas dan di bawah tanah, yang berarti isi dari pertemuan adalah materi yang lain yang tidak terkait dengan CSM BGBD khususnya masalah cacing dan rayap.

KAP Survey 2 menekankan pada dampak dari policy atau kebijakan lingkungan. Secara umum suatu Kebijakan sering diartikan sebagai suatu hal yang memiliki tujuan, program, keputusan, undang -undang, ketentuan-ketentuan, usulan-usulan dan rancangan-rancangan besar. Salah satu program kegiatan lingkungan yang mengarah pada hubungan jasad renik di atas dan dibawah tanah guna mendukung pada kesehatan tanah (*soil helth*) atau keanekaragaman hayati biota tanah, telah berjalan 8 tahun sejak tahun 2001 -2009. Durasi kegiatan yang cukup panjang, tentunya perlu dilakukan analisis kebijakan di tingkat kabupaten sampai desa, khususnya di Kabupaten Lampung Barat, Kecamatan Sumber Jaya, desa/ pekon Tribudisukur, Sumber Sari dan Pekon Bodong.

Analisis stakeholders, menjadi sangat penting karena merupakan kelanjutan tahapan dari KAP'survey tahap pertama yang telah menggali persepsi di tingkat petani, dan analisis stakeholder menjadi penguat informasi, sejauh mana persepsi yang dipahami oleh para pemangku kepentingan di tingkat kabupaten, serpeti dinas kehutanan, dinas pertanian, dan dinas perkebunan yang nota bone sebagai pengguna lahan. Komitmen kesuburuan tentu menjadi perhatian utama ketiga lembaga tersebut, namun bagaimana tingkat pemahaman terhadap keankaragaman hayati bawah tanah menjadi hal yang menarik dan penting untuk diteliti dan dikaji. Hal ini penting karena sa ngat terkait pola dan macam kebijakan yang dikeluarkan guna mendukung *soil helth* dalam CSM BGBD dan AGBD.

Untuk menganalisis kebijakan, minimal memahami tentang tipelogi masalah kebijakan kelembagaan memiliki nilai yang penting, karena output kebijakan sangat terkait dengan sejauh mana kewenangan–kewenangan dalam pengaturannya. Hasil wawancara mendalam dengan para stakeholders di tingkat kabupaten khususnya pegawai teknis lapangan, pemahaman tentang CSM BGBD sangat bervariasi, dan yang tidak ernah terlibat otomatis tidak tahu sama sekali tentang CSM BGBD, dan untuk mendorong kebijakan sangat dipengaruhi oleh

pemahaman secara benar terhadap konsep CSM BGBD, sehingga sosialisasi perlu ditingkatkan (masih sangat eksklusif/terbatas). Terkait dengan masalah di lapangan, secara garis besar berikut disajikan model identifikasi tipologi masalah kebijakan.

**Tabel 3. Analisis Tipologi Masalah Kebijakan CSM BGBD di bidang kelembagaan**

Elemen	Analisis Struktur Masalah CSM BGBD – Indonesia		
	Tersestruktur baik (jelas dan tegas dasarnya)	Agak Tersestruktur (ada dasar namun sulit diimplementasikan)	Tidak Tersestruktur (tidak ada dasar dan tidak jelas aplikasinya)
<b>Pembuat Kebijakan terkait CSM BGBD</b> → Tingkat Nasional → lokal → Kementerian Lingkungan Hidup → Departemen Kehutanan → Departemen Pertanian → Departemen Perkebunan	Payung hukum yaitu UU No. 5 tahun 1990 ttg Keanekaragaman hayati dan ekosistemnya  Lembaga yang berkompeten dalam sosialisasi CSM BGBD Kementerian Lingkungan Hidup  Universitas Lampung  Potensi di buat Pergub Lampung yang mampu mendorong tentang keanekaragaman hayati khususnya CSM BGBD.  Usulkan dalam master plan sehingga teridentifikasi dengan baik rencana tata kelola tahunan atau jangka panjang.	.  Menambahkan kata “CSM BGBD” dalam salah satu pasal atau penjelasan   Pola pengelolaan pembentukan kelompok / kelembagaan di tingkat masyarakat	Siapa yang mendukung di tingkat operasional setelah proyek, ditingkat kabupaten, provinsi, dan nasional?   Peluang diintegrasikan dengan program DAS., HKM, Pupuk Organik, dan sejenisnya
<b>Alternatif Pilihan bagi</b>	Terbatas pilihan masyarakat terhadap	Dicarikan ranning found atau faunding	Dibuatkan komisi adhock, atau tim

<p>masyarakat untuk ikut serta dalam alternatif p terhadap kelembagaan yang konsisten terhadap pengelolaan ekosistem / lingkungan hidup lebih spesifik lagi CSM BGBD</p>	<p>wadah organisasi yang <i>concern</i> terhadap ekosistem</p>	<p>guna membantu oprasional di lapangan melalui kemitraan kelembagaan</p>	<p>kecil yang berfungsi sebagai leader opini dan membangun hubungan kemitraan</p>
<p><b>Kegunaan (nilai)</b>  <b>Aspek Ekologi</b> → sangat penting karena memiliki nilai strategis dan nilai penting dalam ekosistem akuatik.</p> <p><b>Aspek Ekonomi</b> → terbuka dikelola guna meningkatkan pendapatan tanpa mengorbankan lingkungan</p> <p><b>Aspek Sosial Budaya</b> → memberikan jatidiri yang sangat spesifik pada orang sekitar hutan yang terlibat dalam program CSM BGBD terkait dengan keberadaan dan kualitas hutan, kebun baik sistem sosial, kekerabatan.</p>	<p>Konsensus  Dapat dibangun deklarasi bersama pengelolaan lingkungan hidup, dan di ikat dalam program yang jelas tupoksinya tiap lembaga</p> <p>Membagi seracara transparan kepentingan ekonominya.</p> <p>Melibatkan paming dan tokoh adat dalam menentukan arah kebijakan tentang CSM BGBD</p> <p style="text-align: center;">-</p>	<p>Konsensus  Membagi manfaat dan tanggungjawab tiap lembaga, serta membantuk karakter SDM yang mampu mendorong CSM BGBD</p> <p>Relatif hitungannya membagi kepentingan ekonominya</p> <p>Postensi keragaman aspek sosial budaya dan karakter lahan dan tanaman yang diupayakan merupakan kekayaan yang sangat unik dan spesifik dalam CSM BGBD</p>	<p>Konflik  Konflik kepentingan pelesatrian dan pemanfaatan.</p> <p>Kerugian sosial akibat masuknay pengusaha besar mengalahkan masyarakat lokal dalam upaya melestarikan lingkungan.</p> <p>Kerusakan lingkungan akan berakibat pada aspek sosial budaya masyarakat sekitar hutan yang terlibat pengelolaan CSM BGBD.</p>
<p><b>Model Analisis</b></p>	<p>Berdasarkan <b>Analisis batas</b> yakni usaha memetakan masalahnya melalui <i>snowball</i> sampling dari <i>stakeholders</i>, khususnya masalah kelembagaan yang ada terkait dengan analisis kebijakan terkait dengan aplikasi CSM BGBD dapat dinyatakan secara “<i>de facto</i>” telah hadir dalam posisi kurun waktu tertentu (fase 1 = 3 tahun dan fase 2= 3 tahun) karena sifanya kontrak pada fokus penelitian/ inventory pada fase 1 menjadikan jelas telah memiliki payung kegiatan yang disekapati oleh 7 negara, namun aktivitas terkait pembentukan kelembagaan pendukung di tingkat oprasional belum operasional/ belum ada. Hal ini dapat dipahami dari sifat</p>		

	<p>kegiatannya namun yang bergerak adalah dalam skala demplot dan penelitian terkait dengan thema dan subyek dari CSM BGBD Indonesia.</p> <p>Berdasarkan <b>Analisis Sifat Kelembagaan</b> yakni mengklasifikasikan masalah dalam katagori-katagori pada jenis <b>kelembagan fungsional</b> maka sangat terbuka peluang kegiatan CSM BGBD untuk di kembangkan dalam berbagai level baik di tingkat nasional, maupun regional. Melalui payung hukum lingkungan, maka potensi untuk “nempel” pada berbagai bentuk program dan kegiatan menjadi sangat potensial.</p> <p>Sedangkan berdasarkan <b>Analisis Herarkhi</b>, maka perlu ditingkatkan koordinasi di tingkat nasional, propinsi dan kabupaten serta para pendukung di tingkat oprasional seperti NGO atau lemaga lain yang memiliki komitmen pada lingkungan khususnya keanekaragaman hayati.</p> <p>Secara umum analisis di dasarkan pada lokasi/ <b>benchmarking</b>, yang telah ada dan ada kegitan nyata perlu dibina sehingga dapat menciptakan succes story yang optimal sehingga akan tercapai output yang sesuai dengan harapan/ usulan program. Oleh karena itu untuk menentukannya diperlukan penemuan strategi-strategi pendekatan yang terbaik yang pernah ada pada kegiatan sejenis atau lainnya. Dengan demikain tingkat efektivitas dan efesiensi dapat menjadi salah satu indikatornya implemtasi CSM BGBD.</p>
<b>Strategi</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diperlukan strategi yang dapat mendukung sinergisitas kelembagaan yang memiliki komitmen terhadap CSM BGBD.</li> <li>2. Bentuk kontak person di Pemda, Bapedalda, Dinas Kehutanan, Dinas Perkebunan, Dinas Pertanian, LSM dan yang lain terkait dengan kegiatan CSM BGBD i setiap site yang telah ditentukan dan perlu dipersiapkan up scalling di kabupaten lainnya.</li> <li>3. Adakan agenda rutin diskusi bersama membahas isue mendorong kelembagaan sampai pada akar rumput (masyarakat) terkait dengan isu sekitar CSM BGBD..</li> <li>4. Perdes (Peraturan Desa) bila mungkin dikembangkan yang terkait dengan pengelolaan ekosistem CSM BGBD di semua desa yang di jadikan demplot</li> </ol>

KAP Survey 3 menekankan pada demonstrasi plot dari kegiatan CSM BGBD di sumber jaya dan Penemungan – Tulang Bawang. Salah satu out put dari demonstrasi plot (demplot) yaitu untuk mngenalkan secara teknis berbagai uji coba penelitian dari CSM BGBD, yang diharapkan dapat memeberikan banyak informasi dan manfaat bagi masyarakat petani tentang aktivitas BGBD.

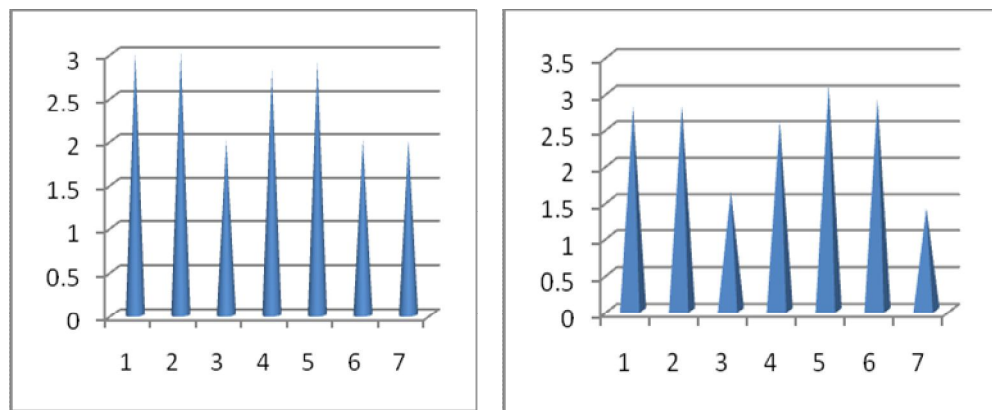
Konsistensi dari demplot untuk dikembangkan dalam skala besar merupakan prinsip dari penyuluhan yaitu:

1. **Prinsip Mengerjakan** yang intinya melibatkan stakeholders atau kegiatan semaksimal mungkin melibatkan masyarakat , sehingga mereka mendapatkan pengalaman belajar yang akan menimbulkan ketrampilan.

2. **Prinsip Akibat**, intinya bahwa demotransi plot diupayakan semaksimal mungkin untu bermanfaat, oleh karena itu perasaan senang dan puas perlu diupayakan agar apa yang dikerjakan memberikan manfaat bagi kehidupannya.
3. **Prinsip Asosiasi**, intinya bahwa dalam konteks ini demonstrasi plot harus dikaitkan dengan usaha tani lainnya, dan kecenderungan ini sangat kuat di tingkat petani karena kemanfaatan dan keuntungan dari apa yang diperbuat menjadi pertimbangan utama untuk mengadopsi.

Memperhatikan ketiga prinsip di atas, maka untuk mengukur demplot di turunkan empat variabel yakni a) persepsi petani terhadap keberadaan demplot, b) persepsi tentang kegunaan demplot bagi petani, c) perspsi petani dimana demplot sebagai tempat percontohan, d) keberadaan demplot sebagai media belajar. Keempat variabel diukur dengan tujuh parameter atau pertanyaan yang memiliki sifat korelasional dan berjenjang.

Untuk melihat dan mengukur keberadaan demplot BGBD, maka digali informasi terkait dengan keberadaan demplot yang terdiri dari tujuh indikator untuk pengukurannya. Hasil dari penguuran dapat di lihat dalam gambar grafik berikut:



Petani Kopi - Sumberjaya

Petani Karet - Penemungan

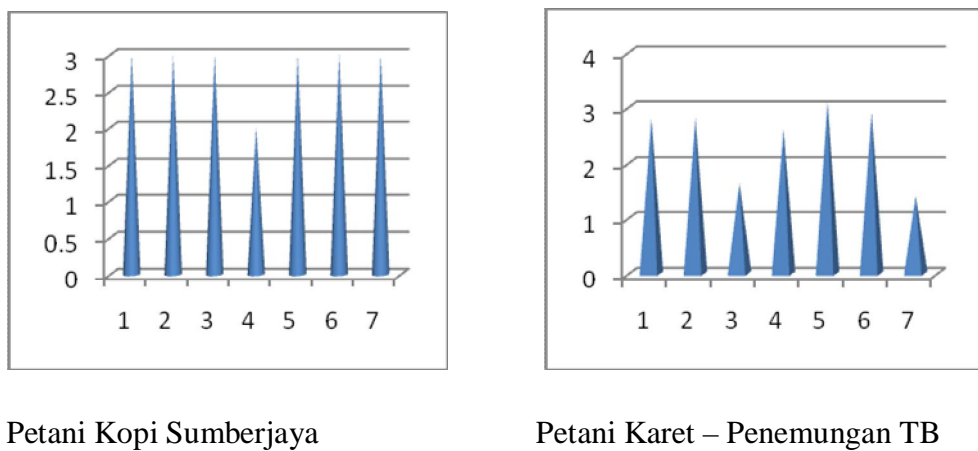
Gambar 2. Hasil X1 = Persepsi tentang Keberadaan Demplot CSM BGBD

Meperhatikan Gambar 2, bahwa keberadaan demplot CSM BGBD di Bodong, hampir 76% responden / masyarakat petani tahu persis letaknya demplot,



sedangkan petani karet tidak lebih dari 50% petani tahu keberadaan Demplot JAP (jamur akar putih). Serta tentang keberadaan demplot yang diukur dari tingkat kersahan masyarakat, ternyata masyarakat merespon dengan baik, artinya demplot tidak meresahkan masyarakat dan dapat diterima petani kopi di Sumberjaya demikian halnya dengan petani karet pada demplot JAP di Penemungan Tulang Bawang.

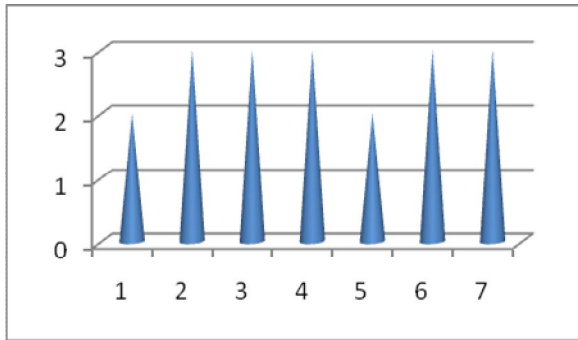
Sedangkan untuk menghubungkan prinsip akibat dari adanya demplot maka salah satunya dapat dilihat dari manfaat yang dirasakan petani. Hasil yang didapat yakni seperti dalam Gambar 3.



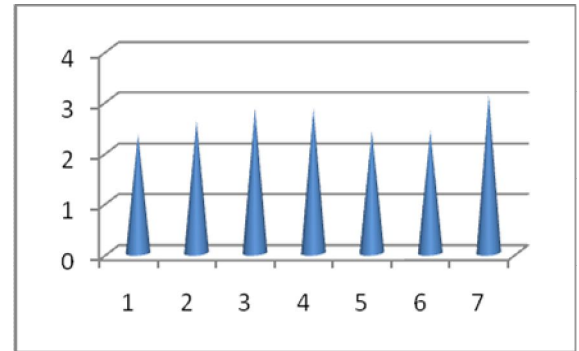
Gambar 3. Garfik X2 = Manfaat Keberadaan Demplot

Memperhatikan hasil manfaat keberadaan demplot, maka dapat dinyatakan bahwa petani kopi Sumber jaya lebih melihat manfaat demplot di banding petani karet di Tulang Bawang. Manfaat ini diharapkan sekali oleh petani mengingngat permasalahan penyakit dan produksi dari petani kopi, sehingga adanya demplot merupakan sumber informasi dan pengetahuannya.

Selain itu, variabel keberadaan demplot yang dilihat dari persepsi tentang keberadaan demplot sebagai media belajar dapat lihat dalam pada Gambar 4.



Petani Kopi Sumber Jaya

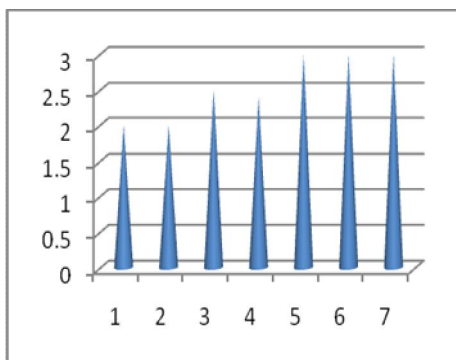


Petani Karet Tulang Bawang

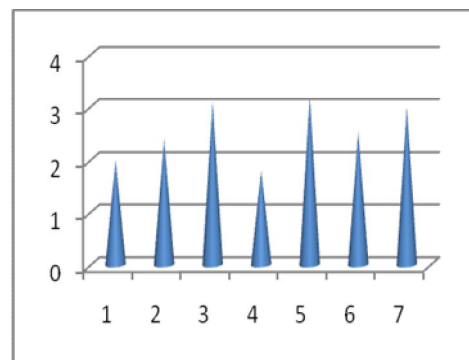
Gambar 4. Grafik X 3 = Demplot sebagai tempat belajar

Gambar variabel x3 menginformasikan bahwa tingkat adopsi khususnya mencoba di lahan sendiri tergolong rendah, hal ini dikuatkannya tingkat kesulitan yang relatif tinggi untuk mengaplikasikan CSM BGBD. Pada tataran bahan diskusi dengan petani lain, cukup direspon dengan baik, yakni sekitar 75% pada umumnya mereka pernah mendiskusikannya. Untuk kedua lokasi baik sumber jaya dan panemungang Tulang Bawang, keberadaan demplot sebagai tempat percontohan, direspon cukup tinggi yakni rata rata memiliki nilai 3 dari nilai optimum 4. Artinya masuk katagori baik dan berhasil sebagai media percontohan.

Sedangkan veriabel X4 yang menekankan keberadaan demplot sebagai media belajar, mendapatkan hasil seperti pada Gambar 5.



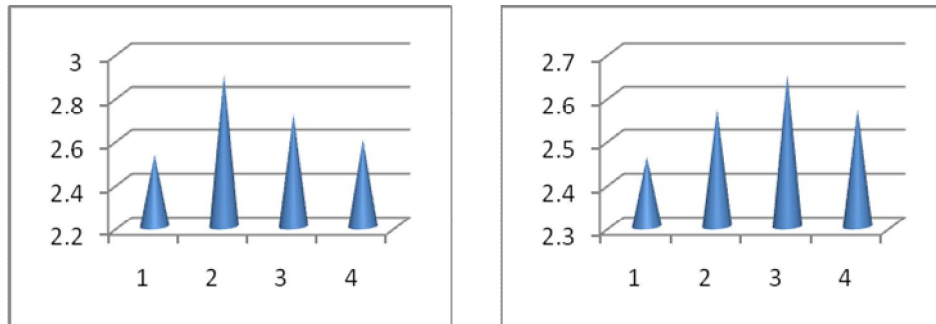
Petani Kopi Sumber Jaya



Petani Karet Panemungan TB

Gambar 5. Grafik X4 = Keberadaan demplot sebagai tempat belajar

Pada gambar variabel X 4 menginformasikan bahwa ada kesetaraan antara petani kopi memiliki respon yang lebih baik dibanding petani karet dalam melihat demplot sebagai media belajar. Dengan demikian perbandingan empat variabel terhadap dua kelompok tani antara kopi dan karet dapat dilihat dalam Gambar 6.



Petani Kopi – Sumberjaya

Petani Karet Panemungan - T B

Gambar 6. Grafik gabungan keempat variabel terhadap petani karet dan kopi

Dengan demikian secara keseluruhan pada variabel keberadaan demplot CSN BGBD dapat dinyatakan kedua lokasi pada prinsipnya tidak begitu menghiraukan keberadaannya, dan keberadaannya tidak membuat resah petani sekitar. Respon yang ditunjukkan petani pada level dalam kategori sedang menuju rendah. Pada variabel manfaat, terlihat bahwa petani kopi lebih melihatnya sebagai suatu yang bernilai dari demplot di banding variabel lainnya demikian halnya bahwa petani karet lebih melihat demplot CSM BGBD memiliki nilai yang lebih baik sebagai tempat percontohan (succes story) dalam penanganan jamur akar putih (JAP).

## KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh pada tahap identifikasi KAP Survey 1 yang memfokuskan pada persepsi petani CSM- BGBD adalah sebagai berikut:

- KAP' Survey focused on Conservation Sustainable Management-Below Ground Biodiversity emphasizes on farmers' perception in general and

sustains a good and beneficial appreciation toward the activities of CSM BGBD programs.

- KAP is emphasizing the perception in the aspects of knowledge and attitude and that therefore knowledge sustainable related to the program extension requires concrete and real models so that community perception increase and are motivated to sustain the ground with the basis of CSM BGBD

Hasil dari KAP Survey 2 yang menekankan pada perception Policy Implementation CSM-BGBD adalah:

- Pemahaman tentang kebijakan lingkungan masih sangat beragam, demikian pula dengan implementasi kebijakan di bidang lingkungan masih sangat kurang sekali, dan hal ini disebabkan oleh minimnya pemahaman terhadap lingkungan, dan sangat tergantung pula pada pemahaman individu dalam menterjemahkan lingkungan.
- CSM-BGBD, menjadi salah satu elemen evaluasi yang dapat meningkatkan komitmen dalam kebijakan di tingkat dasar sampai nasional. Kendala masih terbatasnya pemahaman tentang CSM BGBD pada level pengambil kebijakan perlu sosialisasi yang lebih intensif.

Hasil dari KAP Survey 3 yang memfokuskan pada Demonstrasi Plot

- Berdasarkan hasil penelitian ditemukan sekitar 70% responden (dari 52) menjawab bahwa demplot dari CSM BGBD selama kajian menjadikan pengguna pupuk semakin hemat dan produksi kopi meningkat.
- Pada demplot yang lain (jamur akar putih = JAP) didapatkan pengalaman belajar yang berharga, bahwa pengendalian JAP dapat digunakan dengan jenis tanaman yang ada di sekitar seperti laos, lidah mertua, dan garut ternyata cukup efektif untuk mengurangi dan mengendalikan JAP.

- Berdasarkan pengamatan dari demplot, sekitar 60% responden akan mengadopsi pola yang telah diimplementasikan dari demplot pada lahan mereka .

Secara keseluruhan bahwa program CSM BGBD didasarkan pada konsep KAP' Survey, bahwa memiliki potensi untuk dikembangkan di level petani dengan baik, karena petani merespon materi CSM BGBD dengan baik yang ternyata sangat dekat dengan permasalahan yang mereka hadapi, dan untuk ke level lebih tinggi di atasnya dalam konsep policy menuntut upaya yang lebih keras.

## **PUSTAKA**

Budiono, P. 2006. *Kompetensi Petani Tepi Hutan dalam Melestarikan Hutan Lindung di 12 Desa Propinsi Lampung*. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana IPB. Bogor.

**KEBIJAKAN KEANEKARAGAMAN HAYATI TANAH DI INDONESIA**  
*(BELOWGROUND BIODIVERSITY POLICY IN INDONESIA)*

Christine Wulandari

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung,  
Bandar Lampung, Indonesia, 35145; Email:chs\_wulandari@yahoo.co.uk

**ABSTRACT**

Biodiversity in Indonesia has been restricted to biodiversity existing on the above ground. This is confirmed by a government policy, i.e. Laws No. 5/1990 concerning Biodiversity Conservation and Its Ecosystem. Actually, soil biodiversity or can be called by belowground biodiversity is also available, highly potential in supporting the conservation of above ground biodiversity and sustainable development on natural resources included forest resources in Indonesia. This should be considered and completely managed as plant and animal biodiversity, on the above and below ground, which is closely related to plantation, agriculture and forest conservation included its biomass conservation and, being renewable, is an important energy source. Therefore needs study on belowground biodiversity policy to know the current existing policy and possibility to develop as needed for biodiversity conservation and protection.

This study can be categorized into Descriptive research. This research focuses on problem-solving or the description of the available conditions or policies. There are many researches of a kind, 'descriptive method' is more the general term for various descriptive techniques. This method also describes views, also ongoing activity and policy implementation, including its impacts (deviations, trends, disputes, etc). This study concluded that up to present has no a government policy explicitly regulating soil biodiversity management and conservation included belowground biodiversity. Therefore, there are a few schemes possibly developed to formalize a soil or belowground biodiversity policy as new policy or part of revision of previous policy at national, provincial and district also village level.

Keywords: belowground biodiversity, policy development, conservation

**PENDAHULUAN**

Keanekaragaman hayati (kehati) yang dikenal di Indonesia selama ini baru keanekaragaman hayati yang ada di atas tanah saja. Hal ini dikuatkan dengan adanya kebijakan pemerintah yang secara eksplisit menyebutkan tentang hal tersebut yaitu UU Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi

Keanekaragaman Hayati dan Ekosistemnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Konsorsium CSM BGBD, diketahui bahwa sebenarnya ada juga kehati tanah yang sangat berpotensi dalam mendukung kelestarian kehati di atas tanah dan juga pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Kehati adalah salah satu aspek penting dalam siklus ekologi secara berkelanjutan (Pesic and Jancovic, 2006) dimana didalamnya termasuk kehati tumbuhan maupun organisma-organisma tanah (Brussaard *et al.*, 2007). Salah satu organism tanah adalah bakteri tanah yang mempunyai peranan penting dalam siklus nutrisi, selain sebagai bio-kontrol. Selain itu bakteri tanah juga berfungsi dalam mensimulasi pengembangan produser dan fiksasi nitrogen secara biologis sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman di atasnya (Kirk *et al.*, 2004). Di alam, bakteri dan *archaea* lebih bervariasi dibandingkan *eucariotes* (Sivasithamparam *et al.*, 2004) dan bakteri adalah organisma dominan yang ada di dalam tanah (Rao, 1997). Berdasarkan penjabaran tersebut maka dapat diketahui bahwa kehati tanah sangat penting bagi kelestarian kehati atas tanah. Selain itu tanah juga mempunyai peranan penting dalam upaya konservasi tanah dan air serta pengelolaan lingkungan secara umum (van Noordwijk and Swift, 1999). Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Prijambada *et al.* (2007) bahwa intensifitas pengelolaan lahan berpengaruh terhadap salah satu kehati tanah yaitu bakteri tanah termasuk dalam proses fiksasi nitrogennya.

Hal ini penting untuk dicermati karena kehati satwa dan tumbuhan baik yang di atas maupun di tanah sangat berkaitan dengan kelestarian biomassa. Diketahui bahwa saat ini biomassa merupakan sumber energi yang penting di Indonesia karena dapat diperbaharui (*renewable*).

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 150 Tahun 2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa langsung menunjuk bahwa kelestarian tanah harus benar-benar dijaga. Dengan demikian bangsa Indonesia berkewajiban untuk mempertahankan dan meningkatkan fungsi tanah, dengan tujuan melestarikan dan meningkatkan kemampuan produksi dan pelestariannya. Hal ini berarti bahwa pemanfaatan tanah harus dilakukan dengan bijaksana dan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang serta yang akan

datang. Agar kelestarian kehati tanah dapat bermanfaat secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan, maka kegiatan pengendalian perusakan tanah menjadi sangat penting.

Pembahasan tentang pemanfaatan tanah sulit untuk dapat dipisahkan antara jenis kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat pada hamparan lahan yang ditempatinya terhadap kondisi kehati tanah dan lingkungan hidup di setiap jenis kegiatannya. Dengan demikian, pemanfaatan tanah atau lahan berkaitan dengan pemanfaatan ruang kawasan dan pengelolaan lingkungan hidup. Kesemuanya tentang hal tersebut baru ada pokok-pokok pengaturannya sebagaimana tercantum dalam UU nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Kehati dan Ekosistemnya, Undang Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, Undang-undang Nomor 16 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup. Artinya, diperlukan adanya pengaturan pengelolaan kehati tanah yang lebih rinci sehingga dapat menjamin kelestariannya. Dengan demikian diperlukan juga adanya studi tentang pengembangan kebijakannya sesuai dengan skema hukum dan kebijakan yang berlaku di Indonesia.

## **METODOLOGI**

Penelitian yang dilakukan pada bulan November 2008 – Agustus 2009 ini menggunakan metode deskriptif dengan analisa kualitatif. Tujuan dari penelitian deskriptif kualitatif adalah mendeskripsikan secara terperinci tentang fenomena-fenomena tertentu. Menurut Winarno (1998), Penyelidikan deskriptif tertuju pada pemecahan masalah atau penjabaran kondisi atau kebijakan yang telah ada pada masa sekarang. Karena banyak sekali ragam penyelidikan demikian, metode penelitian deskriptif lebih merupakan istilah umum yang mencakup berbagai teknik deskriptif. Penelitian deskriptif ialah menuturkan dan menafsirkan data atau informasi atau kebijakan yang ada, misalnya tentang situasi yang dialami, suatu hubungan kegiatan atau kebijakan satu dengan lainnya. Teknik deskriptif ini juga akan menjabarkan pandangan, sikap yang nampak, atau tentang satu proses



aplikasi kegiatan atau implementasi kebijakan yang sedang berlangsung, termasuk pengaruh atas suatu kegiatan atau kebijakan misalnya terhadap kelainan atas kondisi aktual yang sedang muncul, kecenderungan yang menampak, pertentangan yang meruncing, dan sebagainya. Penelitian kualitatif berusaha memahami dan mengungkapkan fenomena yang terjadi secara menyeluruh melalui pengumpulan data pada suatu latar alamiah dengan metode ilmiah dan memanfaatkan peneliti sebagai instrumen kunci (Moleong, 2005). Dalam penelitian dengan metode ini, proses kuantifikasi terhadap data yang diperoleh tidak harus dilakukan. Data yang diperoleh dalam penelitian dianalisis dan dideskripsikan sesuai dengan penemuan atas fakta-fakta kebijakan yang telah ada di lapangan dan berbagai kemungkinan pengembangannya berdasarkan skema kebijakan atau perundangan yang ada di Indonesia.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Degradasi tanah ada dua macam yakni degradasi alami dan degradasi tanah yang disebabkan oleh manusia. Kerusakan lahan sawah di Indonesia terlihat dari luas eksisting luas sawah beririgasi di Indonesia karena sebagian besar lahan beririgasi diusahakan sangat insensif, terutama di Jawa. Akibatnya banyak lahan beririgasi yang mengalami penurunan kualitas dan atau menjadi lahan sakit dengan kandungan bahan organik yang sangat rendah dengan tingkat kesuburan yang terus menurun. Hanya sekitar 37 % lahan yang memiliki kandungan bahan organik >2% atau batas minimal kebutuhan tanaman padi. Sementara itu status C organik pertanian di Indonesia memang lebih dari 73 persennya mempunyai kandungan C organik yang rendah.

Kondisi pertanian Indonesia dari tahun-tahun semakin menurun. Pada masa awal revolusi hijau pertanian kita memang meningkat, namun seiring dengan meningkatnya hama penyakit tanaman, penggunaan pestisida juga meningkat yang pada akhirnya menurunkan produksi pertanian. Dari berbagai hasil penelitian, secara langsung maupun tidak langsung diketahui bahwa

penurunan produksi dipengaruhi oleh kelestarian dan atau menurunnya kualitas kehati tanah.

Khusus mengenai pengembangan kebijakan jika melalui revisi UU5/1990 secara total atau hanya akan menambah substansi, maka yang diusulkan pada pasal 1 adalah perlu eksplisit dicantumkan kata-kata “Meliputi sumberdaya alam hayati di atas tanah (AGBD) dan sumberdaya alam hayati di bawah tanah (*Belowground Biodiversity* atau BGBD). Pada pasal 4 perlu secara eksplisit ditambahkan peranserta swasta dalam upaya konservasi sumberdaya hayati dan ekosistem. Swasta disini adalah asing dan domestik, agar kompatibel dengan isu “jasa lingkungan hidup”. Khusus untuk kehati tanah juga hendaknya lebih rinci disebut apakah program perlindungan dan konservasinya dalam skala mikro, meso atau makro. Selain itu, falsafah kesejahteraan perlu dikedepankan terutama yang terkait dengan Trimarta Pembangunan Berkelanjutan: ekonomi, lingkungan hidup dan sosial kemasyarakatan.

Dorongan lain perlu dilakukannya revisi UU 5/90 karena UU ini masih menganut sentralistik dalam pengelolaan kehati padahal Indonesia sudah menganut desentralisasi dalam hal ekonomi dan tata pemerintahannya. Naskah akademik revisi UU sebagai lampiran prioritas harus dibuat interdisipliner, artinya kebijakan kehati tanah diharapkan akan menjelaskan status biota tanah ini termasuk dinamika sistem penyangga kehidupannya. Karena yang mengkaji dan menyusun naskah akademik harus secara interdisipliner misalnya ada yang ahli biologi tanah, lingkungan, sosial-ekonomi, bio industri dan ahli hukum. Kalau mereka sudah satu pemahaman, maka hal-hal yang berkaitan dengan misalnya tata ruang akan terakomodir, dan semua fungsi-fungsi yang bermanfaat tentunya akan ada di dalam naskah akademik dan kemudian dieksplisitkan ke draft Revisi UU5/90 (bab, pasal, dan ayat serta penjelasan). Dengan demikian tidak diperlukan lagi revisi-revisi, sebuah UU itu harus bersifat kontinyu dan harus bermanfaat untuk semua pihak. Selain itu perlu pula ada cermatan pada aspek sosiologisnya, karena jangan sampai revisi UU5/90 menimbulkan kriminalisasi di sektor kehutanan.

Di Indonesia ada kecenderungan kalau UU sudah masuk wilayah pelaksanaan maka akan lain ceritanya karena umumnya “hanya ditaati” oleh departemen atau kementerian yang “lead” dalam penyusunan. Sebagai contoh yaitu UU 5/1990 yang sebenarnya adalah turunan dari UU nomor 4/1984 yang dibikin oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), dimana pada pasal 4 menyebutkan bahwa harus dibentuk UU 5/1990, tapi sayangnya UU 5/1990 ini dibuat oleh Departemen Kehutanan (sekarang disebut sebagai Kementerian Kehutanan), padahal rencana semula UU yang hendak disusun jauh lebih luas daripada undang-undang kehutanan.

Pada dasarnya pemanfaatan kehati tanah di tingkat genetik biasanya harus didahului adanya tahapan penelitian, kemudian perlu ada pengaturan akses terhadap materi genetik itu sendiri. Artinya, tidak akan dapat dipisahkan dengan kebijakan mengenai perizinan penelitian kehati tanah di Indonesia, khususnya penelitian yang dilakukan oleh pihak asing karena banyaknya kasus pencurian plasma nutfah atau genetik oleh pihak asing. Di Indonesia sudah ada Peraturan Pemerintah (PP) nomor 41 tahun 2006 tentang Ijin Penelitian bagi Orang Asing. Tapi ternyata PP ini belum dapat berbicara banyak ketika ada plasma nutfah yang dicuri dan dikembangkan di luar negara Indonesia karena pada tingkat pengaturan nasional memang belum ada pengaturan pada tingkat keanekaragaman genetik yang terkait dengan pemanfaatan secara komersial. Dengan demikian salah satu kemungkinan skema yang dapat dikembangkan untuk kebijakan kehati tanah adalah melalui RUU Kehati Genetik yang sedang dikembangkan oleh KLH dan kemudian diikuti dengan pengembangan pengaturannya jika dimungkinkan adanya Revisi PP nomor 41 tahun 2006. Sedangkan dalam implementasinya akan lebih baik lagi capaiannya dalam pelestarian sumberdaya alam bila di Indonesia dimungkinkan juga adanya revisi struktur pemerintahan sehingga ada Departemen atau Kementerian Sumberdaya Alam (SDA) yang secara terintegrasi akan mengatur dan mengelola sumberdaya alam secara terpadu, dan kemudian akan lebih baik lagi bila ada pula Departemen atau Kementerian Industri Primer yang mengatur industri primer dari hasil hutan, laut dan pertanian secara terpadu.

Di Departemen atau Kementrian lainnya yang juga berurusan dengan kehati adalah Departemen atau Kementrian Pertanian. Salah satu kebijakannya, UU nomor 41 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Pada UU tersebut di Bab I Pasal 1 menyebutkan bahwa Lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, aspek geologi dan hidrologi yg terbentuk secara alami maupun akibat pengaruh manusia. Sedangkan pada Bab VI Pasal 33 menyebutkan bahwa Pemanfaatan lahan pertanian pangan berkelanjutan dilakukan dengan menjamin Konservasi Tanah dan Air (KTA) meliputi (1) perlindungan sumberdaya lahan dan air, (2) pelestarian sumberdaya lahan dan air, (3) pengeolaan kualitas lahan dan air, dan (4) pengendalian pencemaran. Artinya, berdasarkan kedua pasal tersebut dapat diartikan bahwa pengelolaan lahan dan kehati atas tanah akan berpengaruh terhadap pengelolaan kehati tanahnya. Hal ini sesungguhnya sudah dieksplisitkan pada kebijakan pemerintah sebelumnya yaitu pada pasal 1 PP nomor 6 tahun 1995 tentang Perlindungan Tanaman. Dalam pasal tersebut menyebutkan bahwa kegiatan ini adalah segala upaya untuk mencegah kerugian pada budidaya tanaman yang diakibatkan oleh organisme pengganggu tumbuhan. Pada pasal yang sama berikutnya diuraikan bahwa organisme ini adalah semua organsime yang merusak, mengganggu, dan menyebabkan kematian tumbuhan. Artinya, organisme-oragnisme ini bisa yang hidup di atas (*above*) dan bawah tanah (*belowground*) dan mempunyai korelasi di antara yang hidup di keduanya baik di atas maupun di bawah tanah.

Lebih lanjut, Keputusan Menteri Pertanian Nomor 238/Kpts/OT.210/4/2003 tentang Pedoman Penggunaan Pupuk An Organik juga mengatur tentang penggunaan pupuk an organik agar tidak memberikan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati. Kebijakan ini terkait langsung dengan PP No 8 th 2001 tentang pupuk budidaya tanaman dimana pada Bab IV tentang Penggunaan Pasal 16 menyebutkan bahwa Jenis dan penggunaan pupuk an organik harus dilakukan dengan memperhatikan kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan karena berarti komposisi dan dosis pemupukan harus bisa

memberikan keseimbangan ekosistem di area pemupukan baik di atas maupun bawah tanah.

Selain itu pada UU Nomor 18 tahun 2004 tentang Perkebunan Pasal 4 menjelaskan bahwa adanya fungsi lahan perkebunan yang mendukung keberlanjutan pengelolaan kehati atas dan bawah tanah karena perkebunan mempunyai fungsi ekonomi, ekologi dan sosial budaya. Yang dimaksud dengan fungsi Ekologi adalah termasuk peningkatan KTA, penyerapan karbon, penyedia oksigen dan penyangga kawasan lindung. Jadi para pengelola perkebunan pun diharapkan akan mendukung upaya konservasi atas dan bawah tanah secara berkelanjutan. UU lain yang juga sejalan dengan adanya kebijakan UU 18/2004 adalah UU nomor 12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman. Kesamaan isi antara kedua UU dapat dibaca pada bab V Tata Ruang dan Tata Guna Tanah Budidaya Tanaman dalam UU nomor 12/1992 yang menyebutkan bahwa: Pemanfaatan lahan utk budidaya tanaman dilakukan dengan memperhatikan kesesuaian dan kemampuan lahan maupun pelestarian lingkungan hidup khususnya konservasi tanah. Dengan demikian akan terjadi suatu kondisi ekosistem lingkungan seperti yang disebutkan dalam UU nomor 32 tahun 2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup, yaitu terjadinya kesatuan utuh menyeluruh, saling berpengaruh tetap stabil dan seimbang diantara unsur-unsur lingkungan hidup yang ada di ekosistem tersebut.

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa sampai dengan tahun 2009 belum ada kebijakan pemerintah Indonesia yang secara eksplisit mengatur pengelolaan atau konservasi tentang kehati tanah. Dengan demikian ada beberapa skema yang dapat dikembangkan dalam memformalkan adanya kebijakan tentang soil biodiversity, yaitu:

#### A. Skala Nasional

- a. Memasukkan substansi tentang konservasi kehati tanah kedalam penyusunan PP yang diamanatkan oleh UU 5/90, yaitu ke Rancangan PP tentang Sistim Penyangga Kehidupan.
- b. Memasukkan adanya klausul satu ayat yang secara eksplisit menyebutkan tentang konservasi kehati tanah pada Rancangan Revisi UU5/90. Undang-undang ini diinformasikan bahwa akan masuk ke dalam Program Legislasi Nasional (Prolegnas) sudah sejak tahun 2006 namun sayang sampai dengan tahun 2010 belum terlaksana.
- c. Bila prolegnas revisi UU5/90 diundurkan lagi sebagaimana yang terjadi sejak tahun 2006 maka bisa dilakukan skema yang ketiga. Bila memang belum memungkinkan adanya kebijakan setingkat PP atau Peraturan Menteri (Permen) yang secara eksplisit tentang kehati tanah maka bisa dengan cara mulai disusunnya naskah akademik. Penyusunan naskah akademik perlu segera dilaksanakan karena memang belum ada kebijakan payungnya yang setaraf UU.

B. Dimasukkan ke draft atau RUU yang relevan yang dikembangkan oleh Kementrian Kehutanan, atau departemen/kementrian lain. Misalnya dimasukkan ke dalam RUU Konservasi Tanah dan Air yang sedang dikembangkan oleh Ditjen RLPS Kemenhut, RUU Kehati Genetik yang sedang dikembangkan oleh KLH, ataupun RUU lainnya yang relevan yang sedang dikembangkan oleh Kementrian Pertanian, Kementrian Energi dan Sukehatimberdaya Mineral dan sebagainya.

#### C. Skala Daerah

- a. **Provinsi.** Pada tingkat provinsi telah ada beberapa provinsi yang menerbitkan Peraturan Daerah untuk pengelolaan dan peletarian sumberdaya alam. Sebagai contoh yaitu di Daerah Istimewa Nangroe Aceh Darussalam (NAD) dimana telah diterbitkan 2 (dua) Perda yang disebut dengan Qanun tentang Kehutanan dan Pengelolaan Sumberdaya Alam.

Qanun tentang Kehutanan nomor 14 tahun 2002. Demikian pula dengan Qanun nomor 21 tahun 2002 tentang Pengelolaan Sumberdaya Alam. Walaupun belum secara eksplisit disebutkan sebagai soil biodiversity namun sangat dimungkinkan adanya turunan kebijakan dari dua qanun ini dan didalamnya dimungkinkan menyebutkan tentang konservasi soil biodiversity secara ekplisit. Selain di Aceh, di Nusa Tenggara Timur telah terbit Perda nomor 5 tahun 2008 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mana secara tidak langsung juga menyebutkan perlunya pelestarian sumberdaya alam. Di Provinsi Nusa Tenggara Barat juga telah diterbitkan Perda nomor 4 tahun 2007 tentang Pengelolaan Jasa Lingkungan dimana disebutkan bahwa pengelolaan sumberdaya bisa didekati dan dilakukan dengan skema pendekatan hulu – hilir. Artinya, masyarakat hilir berkewajiban untuk memberikan insentif yang sesuai kepada masyarakat hulu yang selama ini telah mengkonservasi sumberdaya alam di daerah upland. Berdasarkan perda jasa lingkungan ini, maka sangat dimungkinkan bagi daerah lain untuk juga mengembangkan perda yang serupa dengan menambahkan bahwa insentif juga diberikan kepada masyarakat yang telah melakukan konservasi terhadap kehati tanah . Insentif ini perlu diberikan karena kehati tanah mempunyai manfaat dan peran yang signifikan terhadap kesuburan tanah dan kelestarian produksi tanaman/pohon.

- b. **Kabupaten.** Sebagaimana pada tingkat provinsi maka pada tingkat kabupaten sangat mungkin untuk dikembangkan adanya Peraturan Daerah (Perda) tentang kehati tanah. Khusus untuk Kabupaten Lampung Barat dimana telah terbit Peraturan Daerah Nomor 18 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumberdaya Alam pada pasal 1 ayat 1 disebutkan secara eksplisit tentang adanya perlindungan terhadap berbagai sumberdaya alam hayati termasuk kehati tanah. Dengan demikian langkah berikutnya agar Perda ini dapat diimplementasikan dengan baik di lapangan maka perlu disusun Pedoman atau Petunjuk Teknis (Juknis) dan Petunjuk Pelaksanaannya (Juklak). Disinilah diperlukan adanya peran para peneliti

kehati tanah agar juklak atau juknis yang disusun benar-benar dapat mencapai tujuannya dan kelestarian sumberdaya soil biodiversity dan sumberdaya alam lainnya tetap lestari serta masyarakat mendapatkan manfaat seoptimal mungkin. Di Kabupaten Lampung Barat saat ini juga sedang dilakukan penyusunan Perda Pengelolaan Sumberdaya Hutan dan diinformasikan oleh Dinas Kehutanan setempat bahwa sudah sampai tahapan pembahasan di DPRD. Bila nanti ada revisi sebelum disahkan maka ada kesempatan bagi adanya tambahan klausul terkait dengan pengelolaan dan konservasi kehati tanah pada salah satu ayatnya atau pun pada penjelasannya. Dengan demikian pengelolaan dan konservasi kehati tanah akan semakin kuat payung hukumnya sebagai mandat suatu kebijakan untuk jadi suatu keharusan diimplementasikan di lapangan. Contoh lain adalah Peraturan Bupati Kuantan Sengigi Provinsi Riau nomor 14 Tahun 2006 tentang Perlindungan dan Pelestarian Sialang yang merupakan pengembangan atas 5 peraturan desa (perdes) yang telah disusun di desa Situgal, Logas Tanah Darat, Sikijang, Rambahan and Lubuk Kebun. Berdasarkan Peraturan Bupati ini, perusahaan yang operasionalnya di wilayah Kabupaten Kuantan Sengigi pun harus taat pada Peraturan Bupati tersebut. Contoh yang sangat menarik lainnya adalah Perda di Kabupaten Muara Bungo terkait dengan pengelolaan hutan adat dan hutan desa. Perda tersebut dalam pengembangannya dikaitkan dengan strategi adaptasi perubahan iklim dan diperkirakan bahwa desa tersebut dapat menghasilkan 261,25 C (karbon) ton/ha atau setara dengan seharga sekitar 19 milyar rupiah. Dengan dikaitkan pada adaptasi perubahan iklim berarti berdasarkan perda tersebut maka akan dilakukan pula program-program pelestarian sumberdaya alam yang tentunya harus pula mengkonservasi kehati tanah.

- c. **Desa.** Berdasarkan UU nomor 10 tahun 2004 tentang Tata urutan atau Hierarki Kebijakan di Indonesia maka Peraturan Desa (Perdes) dapat dikatakan setara kekuatannya dengan Peraturan Daerah (Perda). Dengan demikian sangat dimungkinkan adanya penyusunan Perdes yang dimulai pada lokasi-lokasi penelitian yang telah ada. Lokasi tersebut bisa segera



dilakukan penyusunan perdesnya karena diasumsikan masyarakatnya telah menyadari kepentingan dan perlunya konservasi kehati tanah serta tahu manfaat akan adanya kehati tanah di lahan kelola pada wilayah desanya. Terkait dengan Perdes yang terkait dengan konservasi sumberdaya alam sebenarnya telah mulai banyak dikembangkan oleh beberapa daerah di Indonesia, misalnya (1) Peraturan Kampung (Perkam) di Kampung Kebar Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat yang mengatur tentang perburuan dan pemeliharaan rusa; (2) Lima Peraturan Desa di Desa Situgal, Logas Tanah Darat, Sikijang, Rambahan and Lubuk Kebun di Kabupaten Kuantan Sengingi Provinsi Riau yang mengatur tentang kelestarian pohon sialang tempat bersarangnya lebah hutan. Perdes di lima desa ini merupakan kelanjutan Peraturan Adat yang disusun oleh masyarakat adat yang tinggal di lima desa tersebut untuk suatu fokus pelestarian sumberdaya alam yang sama yaitu pelestarian pohon sialang; (3) Tujuh Perdes di desa Fatumnasi, Tutem, Nenas, Tune, Kuan, Noel and Nunbena Kecamatan Fatumnasi, Kabupaten Soe, Provinsi NTT tentang pengaturan penggembalaan dan pemeliharaan serta pemasaran ternak agar ternak yang terdiri atas kuda dan sapi tidak masuk hutan lindung atau Cagar Alam Mutis Timau di sekitar desa tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brussaard, L., P.C. de Ruiter, and G.G. Brown. 2007. Soil biodiversity for agricultural Environ. 121: 233-244. sustainability. Agric. Ecosyst.
- Kirk, J.L., L.A. Beaudette, M. Hart, P. Moutoglis, J.N. Klironomos, H. Lee, and J.T. Trevors. 2004. Methods of studying microbial diversity. J. of Microbiological Methods.
- Moleong, L.J. 2005. *Metode Penelitian Kualitatif*. PT. Remaja Rosdakarya: Bandung
- Persic, V. and P. Jancovic. 2006. Sustainable agricultural production from standpoint of biodiversity. Facta Universitatis 3: 83-89.
- Prijambada, I.D., R.A. Sitompul, J. Widada, R. Evizal, and D. Widiyanto. 2007. Agricultural Ecosystem Manipulation to Maintain Below Ground Biodiversity for Sustainable Agriculture. Paper presented in Ibaraki, Japan.
- Rao, N.S.S. 1997. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. UI Press. Jakarta.

- Sivasithamparam, K., K.W. Dixon, and R.L.Barrett (Eds.). 2004. *Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity*. Kluwer Acad. Publ. New York.
- Van Noordwijk, M. and M. J. Swift. 1999. Belowground biodiversity and sustainability of complex agroecosystems. In: Gafur, A., Susilo, F.X., Utomo, M. & Van Noordwijk, M. (eds.) *Management of agrobiodiversity in Indonesia for sustainable land use and global environmental benefits*, ASB Indonesia Report No. 9, Bogor, Indonesia.
- Winarno, S. 1998. *Pengantar Penelitian Ilmiah : Dasar, metode, dan teknik*. Tarsito. Bandung

ANALISIS KONDISI SOSIAL EKONOMI DAN FAKTOR INTERNAL DAN  
EKTERNAL YANG MEMPENGARUHI PENGETAHUAN PETANI DALAM  
MENGAPLIKASIKAN KONSERVASI BIOTA TANAH (*CSM-BGBD*) DI  
SUMBERJAYA, LAMPUNG BARAT

R. Hanung Ismono

Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedong  
Meneng, Bandar Lampung 35145

ABSTRACT

Knowledge of farmers in soil conservation techniques biota can enhance environmental conservation, ecosystem health and increase agricultural productivity, therefore contributing to the improvement of the tropical farmers' live. This study aimed to analyze socio-economic conditions of farmers and factors that affect farmers' knowledge in applying the conservation of soil biota (CSM-BGBD). Research was conducted in Sumberjaya, West Lampung. The number of sample taken was 160 people from three villages, Bodong Jaya, Tugu Sari, and Tri Budi Syukur. The analytical method used in this research is descriptive and multinomial logit statistics. The results showed that the socio-economic conditions of farmers in Sumberjaya were ready to apply the conservation of soil biota (CSM-BGBD).

Furthermore, farmers that can be categorized high in the aspect of knowledge level in applying conservation of soil biota were determined by age, experience, education level of farmers in the junior high school education, and status as a local village control. While the knowledge level of farmers who apply conservation categorized are in the soil biota is determined by the age of farmers, the experience of farmers, farm incomes, farmers were ethnical Sunda, and the status of the land of farmers who entered the program HKM.

Key word: farming income, knowledge, conservation, and soil biota

PENDAHULUAN

Propinsi Lampung merupakan salah satu sentra kopi nasional setelah Sumatera Selatan. Sejak zaman penjajahan Belanda, Lampung sudah dikenal sebagai penghasil produk pertanian khususnya kopi. Perkembangan luas areal, produksi, dan produktivitas perkebunan kopi rakyat di Propinsi Lampung Tahun 2003-2007 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan luas areal, produksi, dan produktivitas perkebunan kopi rakyat di Propinsi Lampung Tahun 2003-2007

Tahun	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ha/ton)
2003	166,06	142,52	0,86
2004	166,18	142,64	0,86
2005	164,07	143,10	0,87
2006	164,01	141,31	0,86
2007	164,10	140,99	0,86

Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Lampung, 2008

Pada Tabel 1 terlihat luas areal dan produksi kopi Lampung berfluktuasi, sehingga berpengaruh terhadap produktivitas kopi. Rata-rata produksi kopi di Propinsi Lampung adalah 142,11 ton per hektar. Produktivitas kopi di Propinsi Lampung dari tahun 2003- 2007 juga berfluktuasi.

Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag) Provinsi Lampung, volume ekspor kopi dari Lampung tahun 2008 tercatat 303.680 ton dengan nilai US\$ 586,56 juta. Tiga daerah sentra perkebunan kopi dan pengolahan kopi di Lampung adalah Kabupaten Lampung Barat, Kabupaten Tanggamus dan Kabupaten Way Kanan. Perkembangan luas areal, produksi, dan produktivitas komoditas kopi rakyat di berbagai Kabupaten dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan luas areal, produksi, dan produktivitas komoditas kopi rakyat menurut Kabupaten Tahun 2007

Kabupaten/Kota	Luas areal (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Ton/Ha)
Lampung Barat	59,32	56,23	0,95
Tanggamus	54,28	45,25	0,83
Lampung Selatan	2,64	1,80	0,68
Lampung Timur	1,52	670,00	0,44
Lampung Tengah	1,80	895,00	0,50
Lampung Utara	15,81	12,15	0,77
Way Kanan	22,40	19,26	0,86
Tulang Bawang	607,00	381,00	0,62
Pesawaran	5,55	4,35	0,78
Bandar Lampung	81,00	10,00	0,12
Metro	0,00	0,00	0,00
Rata-rata	77,39	190,46	0,60

Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Lampung, 2008

Pada Tabel 2, produksi kopi di Lampung Barat merupakan produksi paling tinggi, yaitu 56,23 ton pada tahun 2007 dan produktivitasnya hampir mendekati satu. Salah satu Kecamatan di Kabupaten Lampung Barat yang budidaya kopinya berasal dari pengkonversian areal hutan dan produksi kopinya tinggi adalah Kecamatan Sumberjaya. Sebagian besar pemukiman dan kebun penduduk desa di Kecamatan ini berada di Register 45 B. Kawasan hutan lindung Register 45 B Bukit Rgis ini ditetapkan sebagai kawasan hutan pada masa penjajahan Belanda melalui Besluit Residen No. 117 tanggal 19 Maret 1935 dengan luas 8.295 ha, karena kawasan hutan lindung tersebut dikonversi menjadi kebun kopi dan sebagian kecil ditanami padi oleh penduduk di Kecamatan ini, maka hal ini menimbulkan permasalahan antara pemerintah dan penduduk.

Pemerintah melakukan berbagai operasi pengusiran penduduk tetapi penduduk merasa bahwa daerah pemukiman dan kebun kopinya selama ini merupakan kawasan tidak bermasalah untuk ditinggalkan, karena daerah ini merupakan daerah tujuan transmigrasi melalui program pemerintah yang disebut program Biro Rekonstruksi Nasional (BRN) pada tahun 1951. Sebagai pemecahan masalah dari konflik ini pemerintah menerbitkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 31/Kpts-II/2001 tentang penyelenggaraan Hutan Kemasyarakatan (HKm). Surat keputusan ini memberikan peluang pengelolaan dan pemanfaatan kawasan hutan negara bagi masyarakat guna memberdayakan kehidupan penduduk tanpa mengganggu fungsi hutan.

Teknik konservasi biota bawah tanah ini juga memberikan kontribusi untuk pelestarian lingkungan, meningkatkan kesehatan ekosistem dan meningkatkan produktivitas lahan pertanian, sehingga nantinya dapat memberikan kontribusi berupa perbaikan kehidupan petani tropis khususnya petani berbasis kopi dan juga menurut Giovanucci (2003) dalam Budidarsono *et al.* (2003) perkembangan kopi internasional menunjukkan pula bahwa komoditas kopi yang dihasilkan oleh budidaya kopi yang ramah lingkungan berpeluang mendapat harga premium.

Keanekaragaman organisme biota tanah menyediakan berbagai manfaat penting bagi ekologi dan ekosistem antara lain sebagai kontrol mineral,

mengurangi karbon dalam tanah dan mengurangi emisi gas rumah kaca, menjaga fisik struktur tanah, menyimpan kapasitas air, membantu memperoleh unsur hara untuk tanaman terutama melalui mikoriza dan bakteri penambat nitrogen, memelihara kesehatan tanaman dan predator patogen parasit tanaman dan hama (Arifin *et al.*, 2007). Pengurangan jumlah keanekaragaman biota tanah secara tidak langsung mengakibatkan penurunan produktivitas pertanian dan mengurangi ketahanan dari sistem pertanian, yang pada akhirnya lahan pertanian akan menjadi lebih rentan terhadap peristiwa iklim yang berlawanan, erosi, hama, penyakit, dan ancaman lainnya.

Beberapa intervensi program konservasi biota tanah yang dapat diadopsi dan diadaptasi oleh petani kopi di Kecamatan ini adalah intervensi program yang berasal dari Universitas Lampung yang mulai dilaksanakan sejak tahun 2003. Intervensi program tersebut antara lain berupa kegiatan penelitian mengenai teknik konservasi biota tanah dengan menggunakan demonstrasi plot percobaan milik lahan petani kopi di Kecamatan Sumberjaya. Walaupun demikian belum banyak petani yang memahami teknik konservasi biota tanah, sehingga mampu meningkatkan pelestarian lingkungan, kesehatan ekosistem, dan produktivitas lahan pertanian. Dari permasalahan yang telah disampaikan di muka, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis (1) kondisi sosial ekonomi, dan (2) faktor-faktor yang mempengaruhi pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei dan pengamatan langsung. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan wawancara dengan petani (responden) melalui penggunaan kuisisioner (daftar pertanyaan). Data sekunder diperoleh dari lembaga terkait/instansi terkait, laporan-laporan, publikasi dan pustaka lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

Lokasi penelitian di Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat, dengan tiga lokasi yaitu desa Tugu Sari dan Bodong Jaya sebagai lokasi pengamatan, serta Tri

Budi Syukur sebagai lokasi kontrol. Jumlah responden yang diteliti adalah sebanyak 160 orang.

Tabel 3. Deskripsi variable dalam model multinomial logit

Variabel	Label	Skala	Kategori
<b>Respons</b>			
Y	Tingkat pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah	Ordinal	1= tinggi 2= sedang 3= rendah
<b>Penjelas</b>			
X1	Umur petani	Kontinyu	-
X2	Pengalaman berusahatani	Kontinyu	-
X3	Pendapatan usahatani	Kontinyu	-
X4	Suku/etnik petani	Nominal	1 = Sunda 2 = Jawa 3 = Lampung
X5	Status lahan	Nominal	1 = Lahan HKM 2 = Lahan non-HKM
X6	Tingkat pendidikan	Ordinal	1 = > SMP 2 = <= SMP
X7	Status desa	Nominal	1 = desa kontrol 2 = desa pengamatan

Analisis yang digunakan untuk mengkaji kondisi sosial ekonomi petani kopi adalah statistik deskriptif/frekuensi dan tabulasi data. Sedangkan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) digunakan model regresi dengan multinomial logit sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{\exp(\beta_j X_i)}{1 + \sum_{j=1}^3 \exp(\beta_j X_i)}$$

Keterangan:

- $P_{ij}$  = probabilitas pada masing-masing kelompok 1 dan 2
- $\beta_j$  = keragaman
- $X_i$  = variabel independen,  $i = 1, 2, 3, \dots$

Variabel-variabel yang digunakan dalam model multinomial logit tersaji pada Tabel 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Sosial Ekonomi Petani

Mata pencaharian utama di lokasi penelitian adalah sebagai petani kebun kopi, dimana jumlah rata-rata penduduk yang bekerja sebagai petani kopi di atas 90 persen. Selain sebagai petani kopi ada juga responden yang berprofesi sebagai pedagang, walaupun jumlahnya kecil sekali, yaitu dibawah lima persen.

Daerah Sumberjaya merupakan daerah tujuan transmigrasi dari Provinsi Jawa Barat pada tahun 1950 yang dikenal dengan program BRN, karena itu pada saat ini mayoritas etnis petani responden adalah sunda. Dengan berjalannya waktu dan semakin ramainya daerah tersebut serta pesona dari tanaman kopi yang begitu menawan, maka mampu menarik banyak penduduk dari luar untuk bermigrasi ke daerah Sumberjaya, sehingga pada saat ini daerah Sumberjaya memiliki karakteristik etnis penduduk yang beragam. Gambaran secara lengkap tentang suku/etnis petani di lokasi penelitian tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Sebaran etnis/suku di wilayah Sumberjaya

No.	Etnis/Suku	Bodong Jaya		Tugu Sari		Tribudisyukur		Total	
		orang	%	orang	%	orang	%	orang	%
1	Sunda	12	31,58	41	58,57	46	88,46	99	61.9
2	Jawa	25	65,79	26	37,14	6	11,54	57	35.6
3	Lampung	1	2,63	1	1,43	0	0,00	2	1.3
4	Batak	0	0,00	1	1,43	0	0,00	1	0.6
5	Semendo	0	0,00	1	1,43	0	0,00	1	0.6
Jumlah		38	100	70	100	52	100	160	100

Pengalaman berusaha petani di wilayah Sumberjaya berkisar antara 2-21 tahun, dengan rata-rata 24 tahun. Desa Bodong Jaya merupakan desa yang memiliki paling banyak petani (60,53%) dengan pengalaman usahatani di bawah 22 tahun. Gambaran secara lengkap tentang pengalaman usahatani tersaji pada Tabel 5.



Tabel 5. Pengalaman petani dalam berusahatani di wilayah Sumberjaya

No	Pengalaman Usahatani (thn)	Bodong Jaya		Tugu Sari		Tribudisyukur		Total	
		orang	%	orang	%	orang	%	orang	%
1	2-21	23	60,53	32	45,71	20	38,46	75	46,9
2	22-40	12	31,58	32	45,71	28	53,85	72	45,0
3	41-60	3	7,89	6	8,57	4	7,69	13	8,1
Jumlah		38	100,00	70	100,00	52	100,00	160	100

Dari sisi produksi kopi, secara umum produksi kopi di lokasi penelitian lebih dari satu ton per hektar. Hal ini karena kondisi cuaca yang menguntungkan dan pengelolaan lahan yang lebih baik serta ekspektasi peningkatan produksi petani di lokasi penelitian. Pendapatan rata-rata pertanian sistem agroforestri berbasis kopi sebesar Rp 2.650.000 rupiah, pendapatan sebesar tersebut termasuk kategori rendah. Hal ini disebabkan harga kopi dan kenaikan harga input dalam dua tahun terakhir telah memberikan kontribusi terhadap rendahnya pendapatan petani.

Dalam analisis ekonomi usaha agroforestri yang berbasis kopi, terlihat bahwa rata-rata rasio penerimaan dan biaya (R/C) sebesar 1,9. Hal ini menunjukkan bahwa setiap seribu rupiah yang dikeluarkan sebagai biaya usahatani akan menghasilkan penerimaan hampir sebesar dua ribu rupiah. Angka ini juga menunjukkan tingkat efisiensi usahatani, semakin tinggi nilai R/C maka semakin tinggi pula tingkat efisiensi usahatannya. Dari Tabel 4 terlihat bahwa Desa Tribudi Syukur memiliki nilai R/C yang tinggi dari desa yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan usaha agroforestri yang berbasis kopi di Desa Tribudi Syukur telah berjalan dengan efisien. Desa Tribudi Syukur dijadikan desa kontrol karena desa tersebut tidak dijadikan lokasi demonstrasi plot konservasi biota tanah. Walaupun demikian, Desa Tribudi Syukur sering memperoleh pembinaan tentang pengelolaan hutan kemasyarakatan (Hkm) dilalukan oleh instansi pemerintah maupun lembaga swadaya masyarakat bidang kehutanan. Kelompok Hkm di Desa Tribudi Syukur juga telah menerima sertifikat pengelolaan Hkm selama 35 tahun.

Tabel 6. Analisis ekonomi usaha agroforestri berbasis kopi

Uraian	Simpang Sari	Bodong Jaya	Tribudi Syukur	Rata-rata
Luasan usahatani (ha)	0.35	0.42	0.41	0.39
Produksi (kg/ha)	806.25	1,020	1,269	1,031.71
Penerimaan (Rp/ha)	4,562,500	5,760,000	6,418,330	5,580,276.55
Biaya Total (Rp/ha)	2,588,415	3,078,900	3,101,146.82	2,922,820.67
Pendapatan usahatani (Rp/ha)	1,974,085	2,681,100	3,317,182.82	2,657,455.94
R/C ratio	1.76	1.87	2.07	1.9

Selain menanam tanaman kopi, petani juga menanam tanaman *multi purpose tree species* (MPTS) di lahannya masing-masing. Tanaman MPTS yaitu tanaman yang ditanam pada tempat tumbuh yang sesuai dan mempunyai nilai ekonomi/pasar yang tinggi. Penanaman tanaman ini selain sebagai perlindungan terhadap hutan, juga merupakan upaya untuk meningkatkan pendapatan petani sekitar hutan. Dengan adanya penanaman kedua jenis tanaman tersebut dapat dikatakan bahwa petani responden di Kecamatan Sumberjaya sudah mulai menerapkan sistem agroforestri multistrata. Alasan petani menanam MPTS di lahannya masing-masing adalah untuk (a) kecocokan lahan: 3,57%; (b) program pemerintah: 58,43%; (c) konsumsi sendiri: 8,57%; (d) melindungi hutan: 17,14%; dan (e) melindungi tanaman kopi: 14,29%.

Tabel 7. Pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD)

Variabel-variabel penting	Bodong Jaya	Tugu Sari	Tribudi Syukur	Semua Desa
<b>1. Pengetahuan tentang konservasi biota tanah</b>				
- sangat baik (%)	29.51	50.00	20.00	31,43
- cukup baik (%)	68.85	50.00	66.67	63,57
<b>2. Pengetahuan tentang pentingnya konservasi biota tanah</b>				
- sangat penting (%)	83.61	94.12	84.44	86,43
- cukup penting (%)	9.84	2.94	13.33	9,29
<b>3. Pengetahuan tentang konservasi bioata tanah berikut:</b>				
- cacing tanah (%)	95.08	58.82	88.89	84,29
- rayap (%)	6.56	26.47	2.22	10,00
- larva ( <i>ulat</i> ) (%)	60.66	55.88	53.33	57,14
- semut (%)	14.75	17.65	11.11	14,29
- Microba, seperti: Rhizobium (%)	1.64	0.00	17.78	6,43
<b>4. Sumber informasi tentang konservasi biota tanah</b>				
- Dinas Perkebunan (%)	9.84	38.24	28.89	22,86
- Dinas Kehutanan (%)	4.92	5.88	6.67	5,71
- Watala (%)	3.28	2.94	6.67	4,29
- ICRAF (%)	13.11	11.76	6.67	10,71
- UNILA (%)	6.56	32.35	2.22	11,43
<b>5. Pengetahuan tentang manfaat konservasi biota Tanah</b>				
- meningkatkan kesuburan tanah (%)	77.05	91.18	55.56	73,57
- pembuatan kompos	3.28	17.65	2.22	6,43
- meningkatkan porositas tanah	24.59	14.71	4.44	15,71
- dekomposisi bahan kimia	1.64	5.88	6.67	4,29
- mengurangi penggunaan pupuk	3.28	2.94	0.00	2,14
- memelihara kondisi air tanah	1.64	2.94	2.22	2,14
- menjaga kelembaban tanah	1.64	0.00	4.44	2,14
- melindungi tanaman	8.20	0.00	6.67	5,71

Jenis-jenis tanaman buah-buahan yang banyak ditanam di lokasi penelitian adalah (a) durian: 82,14%; (b) petai: 57,14%; (c) nangka: 48,57%; (d) jengkol: 37,14%; dan (e) alpukat: 37,14%. Selanjutnya jenis tanaman kayu-kayuan yang banyak ditanam adalah (a) afrika: 43,57%; (b) dadap: 43,57; (c) cempaka: 42,86; (d) medang: 33,57%; dan (e) mahoni: 20%. Komposisi tanaman yang ditanam petani di wilayah hutan kemasyarakatan telah memenuhi kriteria sistem agroforestri multistrata, yang pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan petani dari usaha agroforestri yang berbasis kopi.

Pengetahuan petani tentang biota tanah perlu diperoleh, hal ini penting agar petani dapat secara benar mengaplikasikan konservasi biota tanah. Secara umum pengetahuan petani tentang konservasi sudah cukup baik. Mereka juga mengetahui bahwa biota tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah, membuat kompos, meningkatkan porositas tanah, dekomposisi bahan kimia, mengurangi penggunaan pupuk, memelihara kondisi air tanah, menjaga kelembaban tanah, dan melindungi tanaman. Selanjutnya mereka juga mengetahui dampak yang ditimbulkan terhadap kondisi tanah jika kelestarian biota tanah terganggu. Menurut petani dampak yang dapat ditimbulkan antara lain tanah menjadi miskin hara, struktur tanah menjadi rusak, tanah menjadi sulit tumbuh, lingkungan menjadi gersang, terjadi longsor, tanah menjadi keras dan terjadi erosi. Gambaran yang jelas tentang kondisi tersebut tersaji pada Tabel 7.

Umumnya ketidaktahuan petani mengenai dampak terhadap kondisi tanah, jika biota dalam tanah terganggu, disebabkan kurangnya penjelasan mengenai manfaat menjaga kelestarian biota tanah oleh lembaga atau instansi terkait. Lembaga dan instansi yang banyak memberikan informasi tentang kelestarian biota tanah di lokasi penelitian adalah dinas perkebunan, dinas kehutanan, WATALA, ICRAF, dan UNILA.

Tabel 8. Parameter penduga (parameter estimates) model tingkat pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD)

Variabel independen	Variabel tingkat pengetahuan petani					
	Tinggi vs Rendah			Sedang vs Rendah		
	$\beta$	Std.E	p-value	$\beta$	Std.E	p-value
<b>Faktor internal</b>						
Umur (X1)	-5,529E-02**	0,030	0,067	-2,998E-02*	0,034	0,375
Pengalaman usahatani (X2)	6,304E-02**	0,028	0,025	4,088E-02*	0,032	0,207
Pendapatan usahatani (X3)	1,248E-08	0,000	0,622	2,886E-08*	0,000	0,224
Tingkat pendidikan (X6)						
- > SMP vs $\leq$ SMP	0,718*	0,595	0,228	0,201	0,694	0,772
<b>Faktor eksternal</b>						
Suku/etnik petani						
- Sunda vs Lampung	-0,638	1,256	0,611	0,490***	0,490	0,000
- Jawa vs Lampung	-0,659	1,287	0,608	0,000	0,000	-
Status lahan						
- Hkm vs non-Hkm	-0,186	1,231	0,880	1,207*	1,201	0,315
Status desa						
- Kontrol vs pengamatan	-2,397***	0,587	0,000	-0,117	0,520	0,822

Gambaran tentang kondisi sosial ekonomi petani yang telah disampaikan di muka menunjukkan bahwa petani di Sumberjaya, Lampung Barat secara teknis dapat mengaplikasikan secara benar konservasi biota tanah.

### **Faktor-faktor yang mempengaruhi pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah**

Faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah adalah umur, pengalaman usahatani, pendapatan usahatani, suku/etnis, status lahan, tingkat pendidikan, dan status desa. Hasil analisis dengan persamaan multinomial logit secara simultan diketahui bahwa tingkat pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) dipengaruhi secara bersama-sama oleh variabel umur, pengalaman, pendapatan usahatani, suku, status lahan, pendidikan, dan status desa. Hal ini ditunjukkan oleh nilai statistik Chi-square sebesar 57,974 dan nilai p-value 0,000. Hal ini berarti bahwa semua faktor internal dan eksternal

mempengaruhi pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) di Sumberjaya, Lampung Barat.

Tabel 9. Rasio kecenderungan (Odds Ratio) model tingkat pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD)

Perbandingan variabel independen	Perbandingan tingkat pengetahuan petani	
	Tinggi vs Rendah	Sedang vs Rendah
<b><u>Faktor internal</u></b>		
Umur (X1)	0,946	0,970
Pengalaman usahatani (X2)	1,065	1,042
Pendapatan usahatani (X3)	-	1,000
Tingkat pendidikan (X6)		
- > SMP vs ≤ SMP	2,050	-
<b><u>Faktor eksternal</u></b>		
Suku/etnik petani		
- Sunda vs Lampung	-	3.538.666,6
- Jawa vs Lampung	-	17.053.401
Status lahan		
- Hkm vs non-Hkm	-	3,343
Status desa		
- Kontrol vs pengamatan	9,103E-02	-

Dari hasil analisis dengan regresi multinomial logit diperoleh hasil bahwa tingkat pengetahuan petani yang berkategori tinggi dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah ditentukan oleh umur petani, pengalaman petani, tingkat pendidikan pendidikan petani di atas SMP, dan status desa sebagai daerah kontrol. Sedangkan tingkat pengetahuan petani yang berkategori sedang dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah ditentukan oleh umur petani, pengalaman petani, pendapatan usahatani, petani yang bersuku sunda, serta status lahan petani yang masuk program Hkm.

Selanjutnya untuk mengetahui interpretasi dari masing-masing variabel independen yang menentukan tingkat pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) dilihat dari angka rasio kecenderungan (odds ratio), yang tersaji pada Tabel 9. Untuk pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) dengan kategori tinggi, maka semakin tinggi umur petani, maka ia memiliki pengetahuan tentang konservasi biota tanah 0,946 lebih tinggi dibanding dengan petani yang usianya 1

tahun di bawahnya. Demikian juga untuk pengalaman usahatani, petani yang memiliki pengalaman usaha lebih tinggi memiliki tingkat pengetahuan tentang konservasi biota tanah 1,065 lebih tinggi daripada petani yang pengalamannya 1 di bawahnya. Tingkat pendidikan yang dimiliki petani juga menentukan tingkat pengetahuan petani tentang konservasi biota tanah, petani yang memiliki pendidikan di atas SMP memiliki 2,050 kali pengetahuan yang lebih baik tentang konservasi biota tanah daripada petani yang berpendidikan hanya sampai SMP atau dibawahnya. Status desa sebagai kontrol juga menentukan pengetahuan petani tentang konservasi biota tanah, walaupun perbandingan pengetahuannya dengan petani yang ada di desa pengamatan sangat kecil sekali yaitu hanya selisih  $9,103E-02$  kali saja. Hal ini karena di ketiga lokasi penelitian petani juga sering memperoleh penyuluhan tentang konservasi tanah dengan mempertahankan tanaman MPTS.

Pada pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) dengan kategori sedang, maka semakin tinggi umur, pengalaman usahatani, dan pendapatan petani yang lebih tinggi, maka petani memiliki tingkat pengetahuan dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) masing-masing 0,970; 10,42; dan 1,00 lebih tinggi daripada kondisi 1 level di bawahnya. Selanjutnya suku sunda memiliki tingkat pengetahuan kategori sedang yang lebih tinggi dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD) di lokasi penelitian. Hal ini karena petani yang bersuku sunda lebih lama tinggal di daerah Sumberjaya. Selanjutnya petani yang status tanahnya diikuti dalam program Hkm memiliki tingkat pengetahuan tentang konservasi biota tanah 3,343 kali lebih baik dibandingkan dengan petani yang belum masuk program Hkm. Kondisi ini menunjukkan bahwa program Hkm mampu meningkatkan pengetahuan petani dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD).

## **KESIMPULAN**

1. Kondisi sosial ekonomi petani di Sumberjaya secara teknis telah siap untuk mengaplikasikan konservasi biota tanah (CSM-BGBD). Hal ini terlihat dari

gambaran tentang pemahaman pentingnya tentang konservasi biota tanah, tingkat produktivitas usaha agrofrestri berbasis kopi, dan jenis-jenis tanaman MPTS yang ditanam oleh petani.

2. Tingkat pengetahuan petani yang berkategori tinggi dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah ditentukan oleh umur petani, pengalaman petani, tingkat pendidikan pendidikan petani di atas SMP, dan status desa sebagai daerah kontrol. Sedangkan tingkat pengetahuan petani yang berkategori sedang dalam mengaplikasikan konservasi biota tanah ditentukan oleh umur petani, pengalaman petani, pendapatan usahatani, petani yang bersuku sunda, serta status lahan petani yang masuk program Hkm.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin, B., H. Ismono and M. Nur. 2007. "Baseline Social-Economic Study of BGBD Management in Indonesia: The Case of Farming Practices in Sumberjaya, Sumatra. Final Report submitted to the Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity (CSM BGBD). Bandar Lampung: CSM-BGBD Indonesia Consortium.
- Badan Pusat Statistik. 2008. Lampung Dalam Angka 2008. BPS. Bandar Lampung.
- Budidarsono, S. Wijaya dan Kusuma. 2003. Praktek Konservasi Dalam Budidaya Kopi Robusta dan Keuntungan Petani. www. Google. Com. Diakses tanggal 23 Mei 2009.



## LAMPIRAN

### PANITIA SEMINAR

#### Penasehat

Rektor Unila : Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Haryanto, M.S.  
Purek I Unila : Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.S.  
Purek II Unila : Ir. Sulastri Ramli, M.S.

#### Panitia Pengarah

Ketua : Prof. Dr. John Hendri, M.S.  
Anggota : 1. Dr. F.X. Susilo  
2. Prof. Dr. Muhajir Utomo, M.Sc  
3. Dr. Eng. Admi Syarif

#### Panitia Pelaksana

Ketua-I : Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.  
Ketua-II : Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati  
Sekretaris-I : Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc.  
Sekretaris-II : Ir. Joko Prasetyo, M.S.  
Sekretaris-III : Ir. Nur Yasin, M.S.  
Bendahara-I : Dra. Sri Murwani, M.Sc.  
Bendahara-II : Sujoko

#### Seksi Persidangan dan Notulensi

1. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.
2. Dr. Ir. Afandi, M.S.
3. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.
4. Drs. Suratman Umar, M.Sc.

#### Seksi Makalah

1. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc
2. Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut. M.P.
3. Dr. Ir. Agus Karyanto
4. Dr. Pitojo Budiono, M.S.
5. Dra. Endah Setyaningrum, M. Biomed
6. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.

#### Seksi Konsumsi

1. Ir. Lestari Wibowo, M.S.
2. Ir. Indriyati

#### Seksi Transportasi, Akomodasi, dan Perlengkapan

1. Ir. Sudi Pramono, M.S.
2. Ir. Efri, M.S.
3. Ir. Solikhin, M.P.

#### Kesekretariatan dan Dokumentasi

1. Drs. Mardi Syahferi
2. Adiguna Setiawan
3. Ina Iriana
4. Agus Efendi