

Book Series
TROPICAL STUDIES

Volume 1:
Potensi dan Permasalahan
di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya

Book Series
TROPICAL STUDIES

Volume 1:
Potensi dan Permasalahan
di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya

Editor

Swandari Paramita
Anton Rahmadi



Penerbit IPB Press
Jalan Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia

C.01/02.2020

Judul Buku:

Book Series Tropical Studies Volume 1:
Potensi dan Permasalahan di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya Komunikasi

Editor:

Swandari Paramita
Anton Rahmadi

Penyunting Bahasa:

Ahmad Syahrul Fachri

Desain Sampul & Penata Isi:

Army Trihandi Putra

Jumlah Halaman:

146 + 16 halaman romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Februari 2020

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com

www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-256-000-0

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2020, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan tropika lembap terbesar kedua di dunia, kaya dengan keanekaragaman hayati terutama tumbuhan dan dikenal sebagai salah satu dari 7 (tujuh) negara megabiodiversitas di dunia. Distribusi tumbuhan tingkat tinggi yang terdapat di hutan tropika lembap Indonesia adalah lebih dari 12% (30.000 jenis) dari yang terdapat di muka bumi (250.000 jenis). Di dalam biodiversitas yang besar tersebut tersimpan potensi besar pula yang dapat digali dan dimanfaatkan lebih lanjut. Selain menyimpan potensi pemanfaatan, hutan tropika lembap dan lingkungannya juga menyimpan potensi permasalahan. Buku ini diharapkan menjadi langkah awal dalam tulisan selanjutnya mengenai hutan tropika lembap dan lingkungannya. Terdapat 10 *chapter* dalam buku ini yang membahas tentang potensi dan permasalahan di hutan tropika lembap dan lingkungannya.

Pusat Unggulan Ipteks Perguruan Tinggi Obat dan Kosmetik dari Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya (PUI-PT OKTAL UNMUL) merupakan salah satu Pusat Unggulan Ipteks di Indonesia yang mendukung Universitas Mulawarman sebagai Pusat Unggulan Studi Tropis atau *Center of Excellence for Tropical Studies*. Beberapa *chapter* dalam buku ini membahas tentang potensi tumbuhan yang berasal dari hutan tropika lembap dan lingkungannya. Hal ini merupakan fokus penelitian dan pengembangan produk yang selama ini menjadi *roadmap* riset PUI-PT OKTAL UNMUL. Namun demikian terdapat beberapa *chapter* yang juga membahas permasalahan di hutan tropika lembap, seperti masalah kesehatan dan literasi tentang lingkungan. Hal-hal tersebut juga masih terkait dengan visi dan misi Universitas Mulawarman sebagai Pusat Unggulan Studi Tropis.

Book chapter ini tidak akan terwujud tanpa kerja keras para penulisnya. Untuk itu kami sampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para Dosen Universitas Mulawarman yang telah meluangkan waktu dalam menyelesaikan tulisannya untuk *book chapter* kali ini. Kedepan diharapkan segera terbit volume berikutnya. Kami masih bersemangat menunggu tulisan rekan-rekan dosen untuk dapat berpartisipasi dalam penerbitan selanjutnya. Terima kasih.

Samarinda, November 2019

Ketua PUI-PT OKTAL UNMUL

Dr. dr. Swandari Paramita, M.Kes

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Potensi Implementasi Kupu-Kupu Sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat	1
Pendahuluan	1
Bioindikator	2
Biodiversitas Kupu-kupu.....	2
Komunitas Indikator.....	3
Spesies Indikator	8
<i>Lexias dirtea</i> Fabricius, 1793	9
<i>Ragadia makuta</i> Horsfield, 1829	10
<i>Koruthaialos rubecula</i> Plötz, 1882.....	10
<i>Erites elegans</i> Butler, 1868	10
<i>Mycalesis orseis</i> Hewitson, 1864.....	11
<i>Mycalesis anapita</i> Moore, 1858.....	11
<i>Idea hypermnestra</i> Westwood, 1848.....	11
<i>Faunis stomphax</i> Westwood, 1858.....	12
<i>Abisara kausambi</i> Felder & Felder, 1860	12
<i>Zemeros emesoides</i> Felder & Felder, 1860.....	12
<i>Jamides zebra</i> Druce, 1895	13
<i>Neptis hylas</i> Linnaeus, 1758.....	13
<i>Taractrocera ardonia</i> Hewitson, 1868.....	13
<i>Ypthima pandocus</i> Moore, 1858	14

<i>Euchrysops cnejus</i> Fabricius, 1798	14
<i>Hypolimnas bolina</i> Linnaeus, 1758	14
<i>Parantica agleooides</i> Felder & Felder, 1860	15
Penutup	15
Daftar Pustaka	16
<i>Positive Deviance: Rekayasa Sosial Pengendalian Malaria pada Ibu Hamil</i>	
Berbasis Kearifan Lokal Kalimantan Timur	21
Pendahuluan	21
Pendekatan Penelitian	23
Pembahasan	25
Daftar Pustaka	35
Ekstrak Umbi Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendens</i>) sebagai Bioreduktor Sintesis	
Nanopartikel Perak dan Potensinya sebagai Antimikrobia Patogen Ikan	39
Sekelumit nanopartikel	39
Nanopartikel perak	40
Sintesis hijau Nanopartikel	41
Umbi Sarang semut	42
Umbi	44
Mengapa sarang semut?	45
Biosintesis nanosilver	45
Karakterisasi nanosilver	46
UV VIS- <i>Spectroscopy analysis</i>	46
SEM and TEM Imaging	47
XRD Analysis	48
FTIR <i>Spectral Analysis</i>	49
Antimikrobia patogen ikan	49
Daftar Pustaka	51

Potensi Bawang Tiwai (<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill.) Urb.) sebagai Komponen Antibakteri Berbahan Dasar Alam untuk Kosmetika	55
Pendahuluan	55
Profil Simplisia <i>E. bulbosa</i>	56
Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	58
Bioautografi KLT	61
Pengukuran Kadar Hambat Minimal (KHM)	63
Potensi Bawang Tiwai Sebagai Antibakteri Berbahan Dasar Alam	65
Kesimpulan	66
Ucapan Terima Kasih	67
Daftar Pustaka	67
Tinjauan Teknologi dan Komersialisasi Produk Pangan Berbasis Beta Karoten	71
Vitamin A	71
Karotenoid sebagai pro-vitamin A	71
Sintesis karoten pada tumbuhan	72
Sumber Vitamin A	73
Intervensi Vitamin A	74
Bioaksesibilitas dan Bioavailabilitas	76
Toksistas dan Efikasi	77
Peran molekuler senyawa turunan β -karoten	80
Survei Pasar tentang produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol	82
Potensi pasar dan segmen pasar yang dituju produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol	83
Daftar Pustaka	83
Literasi Lingkungan Hutan Tropis dan Kearifan Lokal	87
Isu-isu Lingkungan sebagai Dampak Eksploitasi Sumberdaya Alam dan Budaya Masyarakat	87
Literasi tentang Eksploitasi Sumberdaya Alam terhadap Kualitas Lingkungan	89
Budaya dan Kearifan Lokal Masyarakat Hutan Hujan Tropis.	90

Nilai Budaya	90
Proses Sosial	91
Proses Asosiatif (Kerjasama)	91
Proses Assimilasi	92
Proses Disasosiatif (Konflik Sosial).....	92
Perubahan Sosial	92
Paradigma Tata Kelola Lingkungan Hidup	93
Mengatur dan mengembangkan kebijaksanaan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup.	94
Mengendalikan kegiatan yang mempunyai dampak sosial.	94
Daftar Pustaka	95
Identifikasi Penggunaan Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer pada Pasien Myalgia di Puskesmas	97
Pendahuluan.....	97
Pembahasan	99
Pola Penggunaan Obat Bahan Alam.....	100
Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer Myalgia	101
Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>)	102
Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>)	102
Sirsak (<i>Annona muricata</i>)	102
Jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	103
Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>)	103
Daun Jambu (<i>Psidium guajava</i>).....	103
Kencur (<i>Kaempferia galanga</i>)	103
Belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	104
Kesimpulan.....	104
Ucapan Terima Kasih	104
Daftar Pustaka	104

Kejadian Malaria pada Pekerja Perambah Hutan di Kabupaten Penajam Pasir Utara tahun 2018	107
Pendahuluan	107
Bahan dan Metode.....	108
Hasil Pengamatan	109
Pembahasan	112
Kontribusi Penulis	117
Ucapan terimakasih	117
Daftar Pustaka	117
Potensi Jamur Endofit Cabai Terhadap Ketahanan Tanaman dan Sebagai Pengendali Hama	119
Pendahuluan	119
Pembahasan	120
Ciri Mikroskopis dan Makroskopis Jamur Endofit.....	121
Eksistensi Jamur Endofit Terhadap Ketahanan Tanaman	121
Potensi Jamur Endofit Sebagai Entomopatogen.....	123
Penelitian Jamur Endofit yang Pernah Dilakukan.....	125
Kesimpulan.....	125
Ucapan Terima Kasih	125
Daftar Pustaka	126
Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> Linn.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel	129
Pendahuluan	129
Pengelompokan Jumlah Pohon Berdasarkan Elevasi	131
Pertumbuhan Ketapang di Kalimantan Timur dan Karakteristiknya.....	132
Produksi Buah Ketapang.....	134
Ekstraksi Minyak Biji Ketapang	138
Kesimpulan.....	140

Ucapan Terima Kasih.....	141
Daftar Pustaka.....	141
INDEKS	145

Daftar Tabel

Tabel 1	Biodiversitas jumlah jenis kupu-kupu dunia, Kalimantan dan Kalimantan Timur	3
Tabel 2	Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya	4
Tabel 3	Spesies indikator untuk ekosistem hutan dataran rendah Kalimantan Timur	9
Tabel 4	Perbandingan zona hambat (mm) yang terbentuk pada uji ekstrak umbi sarang semut dan nanosilver (AgNPs) yang disintesis dari ekstrak air umbi sarang semut.....	51
Tabel 5	Nilai Rf kromatogram ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i>	59
Tabel 6	Profil kromatogram ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i> setelah pemberian pereaksi.....	60
Tabel 7	Hasil analisis golongan senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri pada ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i>	61
Tabel 8	Kadar hambat minimum (KHM) pada ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i>	64
Tabel 9	Nilai rata-rata kandungan vitamin A dalam makanan	73
Tabel 10	Dosis per konsumsi produk emulsi untuk anak-anak dan dewasa.....	76
Tabel 11	Pemetaan Produk	83
Tabel 12	Karakteristik responden myalgia	99
Tabel 13	Distribusi penggunaan obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia	99
Tabel 14	Distribusi jenis obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia.....	99
Tabel 15	Distribusi sediaan obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia.....	100
Tabel 16	Distribusi obat bahan alam yang digunakan dan kesesuaian dengan teori obat bahan alam serta peraturan BPOM	100
Tabel 17	Distribusi karakteristik penderita malaria di Kabupaten PPU tahun 2018	110
Tabel 18	Analisa bivariat penderita malaria perambah hutan di Kabupaten PPU tahun 2018	114
Tabel 19	Pengelompokan pohon berdasarkan elevasi (m dpl)	131
Tabel 20	Riap diameter ketapang (cm/th) yang tumbuh di Kalimantan Timur	133
Tabel 21	Karakteristik morfologis kuantitatif ketapang.....	134

Tabel 22 Produksi buah ketapang Januari–September 2017 di Kalimantan Timur..... 137

Tabel 23 Hasil perhitungan crude biodiesel dari buah *Terminalia catappa* Linn. per 100 139

Daftar Gambar

Gambar 1	Sintesis hijau nanopartikel perak (AgNPs/nanosilver) dengan bahan reduktor fungi, alga, tanaman, kapang, dan bakteri	43
Gambar 2	Tumbuhan sarang semut spesies <i>Myrmecodia platytyrea</i>	44
Gambar 3	Umbi sarang semut.....	45
Gambar 4	Perubahan warna perak nitrat (AgNO_3) menjadi nanosilver (AgNPs) dengan penambahan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>).....	46
Gambar 5	Spektrum UV-VIS nanosilver disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>).....	46
Gambar 6	Derajat keasaman (pH) nanosilver disintesis rasio berbeda antara AgNO_3 dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>).....	47
Gambar 7	Analisis (a) SEM dan (b) TEM AgNPs yang disintesis dengan menggunakan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia pendens</i>)	48
Gambar 8	Pola XRD AgNPs yang disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia pendens</i>). Puncak Ag ada pada nilai 1 - 4 dan 2θ	48
Gambar 9	Spektrum FTIR dari AgNPs yang disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia pendens</i>)	50
Gambar 10	Perbandingan zona hambat antara kloramfenikol dengan ekstrak air sarang semut serta nanosilver yang disintesis menggunakan ekstrak air sarang semut terhadap <i>Aeromonas hydrophilla</i> , bakteri patogen pada ikan. A. Kloramfenikol, B. Ekstrak air sarang semut, C. Nanosilver sarang semut.....	50
Gambar 11	Konsentrasi β -karoten di produk emulsi	74
Gambar 12	Proses pencernaan pangan mengandung β -karoten	76
Gambar 13	Konsentrasi β -karoten selama proses digesti produk emulsi	77
Gambar 14	Peranan β -karoten sebagai antioksidan di dalam tubuh	78
Gambar 15	<i>Percentage of ABTS inhibition, and total antioxidant by emulsion products and components in comparison to standard</i>	79
Gambar 16	Perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit	79

Gambar 17	Delta perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit.....	80
Gambar 18	Proses intake <i>Retinoic Acid</i> ke dalam sel syaraf yang berada di otak	80
Gambar 19	Peran Retinol dalam sistem molekuler sel saraf	81
Gambar 20	Pengaruh Penambahan Retinol bagi sel syaraf.....	81
Gambar 21	Efek protektif ATRA bagi sel saraf dalam <i>co-culture</i> sel saraf dan imun yang diaktivasi	82
Gambar 22	Hasil survei pasar tentang produk jelly/emulsi	85
Gambar 23	Proses yang terlibat dalam pemecahan asam hanya SO ₂ dan NOX memegang peranan penting dalam hujan asam	88
Gambar 24	Tren <i>Annual Paracite Index</i> (API) Malaria Kabupaten PPU dan Provinsi Kalimantan Timur tahun 2013–2018	111
Gambar 25	Distribusi geospasial sebaran malaria per desa di Kabupaten PPU tahun 2018.....	111
Gambar 26	Sebaran geospasial jenis parasit malaria di Kabupaten PPU tahun 2018.....	112
Gambar 27	Sebaran geospasial lokasi perusahaan dan pembukaan lahan baru di wilayah Kabupaten PPU tahun 2018.....	113
Gambar 28	<i>Trichoderma</i> sp.	120
Gambar 29	<i>Aspergillus</i> sp.	120
Gambar 30	<i>Penicillium</i> sp.	120
Gambar 31	<i>Rhizopus</i> sp.	120
Gambar 32	Tahapan fenologi ketapang (A1 = Tunas generatif; A2 = Tunas bunga; A3 = Bunga mekar; B1 = Buah (muda); B2 = Buah (tua); B3 = Buah masak) (Photo oleh Marjenah 2017).	135
Gambar 33	Hasil ekstraksi minyak ketapang dan crude biodiesel (Foto oleh Marjenah 2017).....	139

Potensi Jamur Endofit Cabai Terhadap Ketahanan Tanaman dan Sebagai Pengendali Hama

Sopialena dan Aziz Nur Fauzi

Program Studi Hama dan Penyakit Tanaman, Jurusan Agroekoteknologi,
Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Cabai (*Capsicum sp.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan termasuk salah satu kebutuhan pokok, baik itu cabai besar, cabai rawit, maupun cabai keriting. Cabai digunakan dalam keperluan rumah tangga maupun industri makanan. Oleh karena itu, usaha budi daya cabai masih menjadi salah satu sumber pendapatan utama bagi petani Indonesia (Sutariati dan Safuan 2013). Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang dilakukan petani umumnya masih menggunakan pestisida sintetik berupa fungisida, karena petani menganggap cara ini paling mudah dan efektif. Padahal banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pestisida sintetik yang kurang bijaksana ternyata banyak merugikan manusia dan agroekosistem. (Wasilah 2005), Oleh karena itu perlu dicari pengendalian yang aman dan ramah lingkungan salah satunya menggunakan jamur endofit

Jamur endofit adalah jamur yang terdapat di dalam sistem jaringan tanaman, seperti akar, batang, daun maupun ranting tanaman tetapi tidak menimbulkan efek yang negatif. Jamur endofit tumbuh dan mendapatkan makanan dari tanaman inangnya. Jamur ini menginfeksi tanaman sehat pada jaringan tertentu dan mampu berinteraksi serta menghasilkan mikotoksin, enzim dan antibiotika (Sinaga 2009). Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa jurnal menyatakan jamur endofit mampu memberikan ketahanan bagi tanaman inang dari patogen yang menyerang. Jamur endofit akan menghambat laju pertumbuhan dan mengambil nutrisi dari patogen dan menghasilkan senyawa bioaktif yang mampu membunuh patogen tersebut.

Interaksi antara jamur endofit dengan inangnya yaitu, inang akan memberikan kebutuhan jamur endofit berupa adanya pasokan nutrisi, terlindungi dari tekanan lingkungan yang kurang menguntungkan, yang membantu dalam upaya reproduksi dan kolonisasi. Sementara jamur endofit pada umumnya dapat memberikan keuntungan berupa adanya penginduksian

ketahanan terhadap berbagai tekanan, baik oleh faktor parasit maupun biotik, dan juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, yaitu melalui produksi fitohormon, peningkatan mineral dan nutrisi, serta sintesis metabolit antagonistik (Schulz dan Boyle 2006)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman cabai yang ada di Samarinda, Kalimantan dan untuk mengetahui potensi jamur endofit tersebut sebagai pengendali hama atau entomopatogen. penelitian ini bermanfaat untuk pengendalian penyakit dan hama sehingga tidak selalu memberikan pestisida kimiawi tetapi dengan memperkuat daya tahan tanaman dengan memaksimalkan jamur endofit yang terdapat pada jaringan tanaman.

Pembahasan

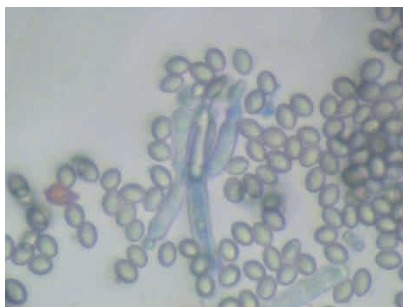
Pada penelitian ini ditemukan beberapa jamur endofit pada tanaman cabai yaitu *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.* dan *Aspergillus sp.*



Gambar 28 *Trichoderma sp.*



Gambar 29 *Aspergillus sp.*



Gambar 30 *Penicillium sp.*



Gambar 31 *Rhizopus sp.*

Ciri Mikroskopis dan Makroskopis Jamur Endofit

Dari hasil penelitian didapatkan isolasi *Trichoderma sp.* dengan warna hijau tua. Bentuk koloni dari isolat tersebut menyebar membentuk lingkaran dan memiliki tepi koloni tidak rata. Secara mikroskopis isolat jamur *Trichoderma sp.* memiliki hifa berseptata, konidiofor banyak dan bercabang, hialin, bentuk konidia semi bulat dan bergerombol diantara hifa. Berdasarkan Barnet dan Hunter (1972) pada jamur *Trichoderma sp.* memiliki hifa berseptata, hialin, konidiofor banyak dan bercabang dan pertumbuhannya mudah dan cepat. Taksonomi dari *Trichoderma sp.* yaitu Divisi *Deutermycota*, Kelas *Deuteromycetes*, Ordo *Moniliales*, Famili *Moniliaceae*, Genus *Trichoderma*, Spesies *Trichoderma sp.* (Harman 2004).

Pada isolat *Penicillium sp.* ditemukan ciri-ciri koloni berwarna hijau, hifa berseptat, miselium bercabang, konidiospora septat muncul di atas permukaan, kepala yang membawa spora berbentuk seperti sapu dengan sterigma muncul dalam berkelompok dan konidia membentuk rantai (Kuraesin 2009). Jamur *Penicillium sp.* diklasifikasikan menurut sistem nama binomial yaitu: Kingdom *Fungi*; Filum *Ascomycota*; Kelas *Eurotiomycetes*; Ordo *Eurotiales*; Famili *Trichocomaceae*; Genus *Penicillium*; Spesies *Penicillium sp.* (Fardiaz 1989).

Aspergillus sp. secara makroskopis dapat dicirikan memiliki hifa berseptat dan bercabang, konidiospora muncul dari *foot cell* yaitu miselium yang bengkak dan berdinding tebal. Konidiospora membengkak membentuk fesikel pada ujungnya kemudian terbentuk dan tumbuh konidia. *Aspergillus sp.* mempunyai hifa fertil yang muncul dipermukaan dan hifa vegetatif terdapat dibawah permukaan. Warna koloni dipengaruhi oleh warna spora (Waluyo 2007). Jamur *Aspergillus sp.* diklasifikasikan menurut sistem nama binomial yaitu: Kingdom *Fungi*; Filum *Ascomycota*; Kelas *Eurotiomycetes*; Ordo *Eurotiales*; Famili *Trichocomaceae*; Genus *Aspergillus*; Spesies *Aspergillus sp.* (Hardjo *et al.* 1989).

Rhizopus sp. adalah jamur yang manfaatnya lebih banyak dibidang industri makanan. Identifikasi jamur *Rhizopus sp.* menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x. *Rhizopus sp.* memiliki hifa yang tidak berseptata dan tidak berwarna (jernih), terspesialisasi dalam tiga bentuk yaitu rhizoid, sporangiofor dan sporangium. Koloni berwarna keputihan dan menjadi abu-abu kecoklatan dengan bertambahnya usia biakan (Indrawati 2006). Klasifikasi jamur *Rhizopus sp.* menurut Germain, 2006 yaitu: Kingdom *Fungi*; Filum *Zygomycota*; Kelas *Zygomycetes*; Ordo *Mucorales*; Famili *Mucoraceae*; Genus *Rhizopus*; Spesies *Rhizopus sp.*

Eksistensi Jamur Endofit Terhadap Ketahanan Tanaman

Jamur endofit termasuk dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari 5 genus yaitu *Atkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe*, dan *Myriogenospora*. Pada genus *Balansiopsis* hubungan mutualistik dengan tanaman inangnya dapat membantu dalam proses penyerapan unsur hara serta dapat melindungi tanaman dari serangan penyakit (Lingga 2009). Jamur endofit

merupakan jamur pada tanaman yang terdapat pada sistem jaringan seperti daun, ranting dan akar yang tidak menyebabkan gejala penyakit. Senyawa yang dihasilkan jamur endofit berpotensi sebagai pengendali hayati. Jamur endofit dapat meningkatkan ketahanan tanaman inang dan dapat merangsang pertumbuhan terhadap jamur patogen. (Sofiyani 2014).

Cendawan endofit diketahui merupakan salah satu jenis mikroba fungsional yang mampu memproduksi metabolit sekunder, yang baik secara langsung maupun secara tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan. Mikroba endofit hidup di jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Mikroba endofit dapat berasal dari kelompok bakteri dan cendawan. Penelitian terkait perkembangan mikroba mulai banyak dilakukan dalam dua dekade terakhir, terutama dipicu pada pelaporan Garry A. Strobel mengenai kemampuan cendawan endofit meniru metabolisme metabolit sekunder dari tanaman inangnya (Agusta 2009).

Masyarah (2009) (dalam Kurnia *et al.* 2014), menyatakan bahwa masing-masing tanaman memiliki mikroorganisme endofit seperti bakteri dan jamur yang dapat menghasilkan senyawa berfungsi sebagai antibiotika, antivirus, anti serangga, antidiabetes, antimalaria, zat pengatur tumbuh serta penghasil enzim-enzim hidrolitik seperti amilase, selulase, xilanase, ligninase, kitinase. Manfaat yang diperoleh dari tanaman inang yaitu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman inang, melindungi dari serangan hama serta tahan terhadap penyakit dan kekeringan.

Jamur endofit merupakan agens hayati yang bersifat antagonistik menghasilkan senyawa alkaloid dan mikotoksin yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Kusumawardhani *et al.* 2015). Terhambatnya pertumbuhan patogen disebabkan oleh jamur endofit merebut nutrisi dari patogen sehingga terjadi perubahan pada hifa patogen. Senyawa yang dihasilkan jamur endofit berupa senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa bioaktif dan dapat berfungsi untuk membunuh patogen. Penggunaan jamur endofit dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman inang secara efektif dan ramah lingkungan. Kelompok jamur yang ditemukan pada tanaman inang dan berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium sp.*, *Ampelomyces sp.*, *Neothypodium lolii* (Gao *et al.* 2010).

Banyak keuntungan dan kerugian penggunaan agensia hayati dalam pemanfaatannya untuk mengatasi penyakit tanaman. Agensia hayati berfungsi untuk menekan populasi patogen sehingga berakibat pada perbaikan pertumbuhan tanaman Agensia pengendali hayati pada perakaran tanaman sangat unik karena keterkaitannya dengan eksudat akar. Pada lingkungan tanah, posisi agensia hayati sebagai penyeimbang antara tanaman dan patogen (Sopialena 2018)

Menurut Yulianti (2013), sebagai negara yang memiliki karagaman hayati yang melimpah perlunya dilakukan pemanfaatan dan eksplorasi mengenai endofit sebagai agen hayati sehingga dapat digunakan dalam pengendalian hayati secara terpadu yang ramah lingkungan. Pentingnya pengendalian hama ataupun patogen penyebab penyakit yang memperhatikan ekologi dan bersifat ramah lingkungan yaitu terjaganya kelestarian lingkungan tanpa menurunkan produktivitas.

Potensi Jamur Endofit Sebagai Entomopatogen

Tenebrio molitor. merupakan serangga hama yang berukuran kecil berwarna hitam. *Tenebrio molitor* memiliki tubuh yang mirip dengan bentuk tubuh imago dari ulat hongkong hanya saja ukuran tubuhnya lebih kecil. *Tenebrio molitor*. merupakan serangga hama yang biasanya menyerang tanaman pertanian khususnya pada beras dan bentuk larvanya sering dijadikan pakan burung. Karena berasal dari ordo *coleoptera*, *Tenebrio molitor*. juga memiliki sayap yang keras seperti perisai, meskipun memiliki sayap tetapi *Tenebrio molitor* tidak bisa terbang dan hanya bisa berjalan saja.

Serangga yang termasuk dalam famili *Tenebrionidae* merupakan serangga yang hidup dalam gelap dan nokturnal (Borror dkk. 1982). Larva *Tenebrio molitor* bersifat polifagus (omnivora). Umumnya memakan biji-bijian, oat, feses, dan lain-lain. Selain itu baik pada larva dan imago (kumbang dewasa) merupakan pemakan materi yang telah membusuk, seperti binatang dan tanaman yang mati dengan habitat yang tersebar luas hampir di seluruh permukaan bumi (Purwakusuma 2007). Serangga ini dapat hidup pada kisaran suhu 25-27 °C dengan kelembaban minimum 20 % (Haines 1991). Di Indonesia larva serangga ini dikenal sebagai ulat hongkong atau ulat tepung

Tenebrio molitor merupakan serangga holometabola yaitu serangga yang mengalami metamorfosis sempurna. Siklus hidup *Tenebrio molitor* terdiri dari empat tahap, yaitu telur, larva, kepompong (pupa) serta serangga dewasa (imago) yang berlangsung selama 3-4 bulan (Purwakusuma 2007).

Menurut Husaeni dan Nandika (1989) faktor fisik (suhu, cahaya, kelembaban, dan lain-lain) serta faktor makanan turut mempengaruhi kemampuan berkembangbiak pada serangga. Setiap serangga memiliki kisaran suhu tertentu. Suhu yang optimum akan memberikan kemampuan serangga untuk menghasilkan jumlah keturunan yang lebih besar (Jumar 2000). Faktor kelembaban juga berperan. Hutauruk (2005) menyatakan bahwa kelembaban yang terlalu tinggi akan membuat serangga menjadi stress sehingga konsumsi pakan akan menurun dan berpengaruh terhadap proses fisiologis serangga. Serangga memiliki kisaran kelembaban. Salah satu contoh yaitu kumbang *Tenebrio molitor* memiliki kisaran kelembaban 20-90% (Borror dkk. 1982).

Jamur entomopatogen terdiri atas jamur pembunuh langsung maupun parasit sejati. Jamur pembunuh langsung merupakan jamur yang secara langsung membunuh serangga pada fase larva melalui aktivitas enzimatis, sedangkan jamur parasit sejati merupakan jamur yang hidup bersama dengan serangga inang dewasa dan menimbulkan gejala penyakit sebelum menyebabkan kematian pada serangga (Smith *et al.* 1981 dalam Septiana 2015).

Serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen melalui empat tahap yaitu inokulasi, penetrasi, infeksi dan invasi. Setelah itu serangga berubah warna menjadi kehitaman. Pada umumnya gejala kematian larva sama, jamur masuk ke tubuh serangga melalui kutikula dimana konidia jamur menempel dan berpenetrasi pada integument. Selanjutnya terjadi perubahan fisiologi larva. Hal ini disebabkan oleh racun yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen merusak jaringan dan menyerap cairan tubuh larva sehingga tubuh larva menjadi mengering (Masyitah 2017).

Isolasi jamur endofit dapat berasal dari ekstraksi pada jaringan tanaman atau bagian tanaman yang telah disterilkan. Jamur endofit dapat digunakan sebagai kontrol biologis bagi hama tanaman, mempertinggi karakteristik tanaman seperti meningkatkan ketahanan terhadap kering, panas, efisiensi nitrogen sebagai bioherbisida dan juga memiliki efek farmakologis (Fatmawati 2015)

Dari hasil pengujian terhadap ulat hongkong diketahui bahwa jamur *Trichoderma sp.* adalah jamur yang paling efektif berpotensi sebagai entomopatogen. *Trichoderma sp.* memberikan 10 mortalitas dari 10 ulat hongkong atau 100% mortalitas. *Penicillium sp.* adalah jamur endofit kedua yang berpotensi sebagai entomopatogen yang cukup efektif dengan memberikan 8 mortalitas dari 10 ulat hongkong atau 80%. *Aspergillus sp.* tidak terlalu efektif sebagai entomopatogen karena hanya memberikan 5 mortalitas dari 10 ulat hongkong atau 50% sedangkan *Rhizopus sp.* tidak berpotensi menjadi jamur entomopatogen karena hanya memberikan 3 mortalitas dari 10 ulat hongkong atau 30%.

Miselium *Trichoderma sp.* dapat menghasilkan enzim yang bermacam-macam diantaranya adalah enzim urease, selulase, glukonase, dan kitinase. *Trichoderma sp.* juga menghasilkan metabolit seperti asam sitrat dan etanol. Dengan adanya enzim kitinase, jamur ini dapat sebagai parasit untuk jamur lainnya (Carlile dan Watkinson 1994). Jamur *Penicillium sp.* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen karena adanya kompetisi dan pengeluaran beberapa senyawa alkaloid seperti agrokavine dan ergometrine yang memiliki sifat antifungi. Jamur ini juga bersifat heterolitik kuat dan dapat mendegradasi kitin (Haggag dan Hala 2007). Jamur *Aspergillus sp.* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen karena memproduksi enzim hidrolitik seperti lipase, protease, selulase, pektinase (Schuster *et al.* 2002). Pada jamur *Rhizopus sp.* tidak banyak senyawa enzim yang dihasilkan, jamur ini lebih efektif ke bidang industri makanan.

Penelitian Jamur Endofit yang Pernah Dilakukan

Jamur endofit adalah salah satu agen hayati yang mampu mengendalikan patogen pada tanaman. Oleh sebab itu banyak penelitian menggunakan jamur endofit agar dapat diketahui manfaat apa saja yang bisa dihasilkan dari jamur ini. Salah satunya adalah pengujian jamur endofit asal cabai pada cendawan *Fusarium oxysporum* yang menyebabkan penyakit layu pada tanaman cabai. Dari hasil penelitian tersebut ditemui beberapa jenis jamur endofit yang terdapat pada cabai yaitu, *Rhizopus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Aspergillus sp.*, *Hormiscium sp.*, dan *Geotrichum sp.* Dari uji antagonis tersebut diketahui jamur endofit yang berpotensi sebagai agen hayati terbaik adalah *Penicillium sp.* (Nurzannah 2014)

Jamur endofit pada tanaman inang dapat bervariasi (Azevedo *et al* 2000; Rodriguez 2009; Saunders *et al.* 2010; Suyadi *et al.* 2017). Pada tanaman tomat, misalnya, ada beberapa genus jamur endofit seperti *Acremonium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cephalosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Helicocephalum sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Rhizopus sp.* (Wulandari *et al.* 2014). Sementara jamur yang ditemukan di jaringan daun, batang dan akar tanaman kentang terdiri dari 12 genera (Tirtana *et al.* 2013). Lebih lanjut, Puspita *et al.* (2013) menemukan bahwa jamur endofit dalam genus *Colletotrichum* dominan pada tanaman jeruk. Beberapa jamur endofit diisolasi dari bagian tanaman cengkeh, yaitu, *Curvularia sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Mucor sp.*, *Gonatobotryum sp.*, *Aspergillus sp.*, *Beltrania sp.*, dan *Aspergillus sp.* (Shofiana *et al.* 2015). Mandyam *et al.* (2013) dan Wang *et al.* (2014) juga menyebutkan bahwa keberadaan spesies endofit selalu dikaitkan dengan kondisi mikrohabitat inang dan genotipe tanaman inang dan jamur endofit. Dengan demikian itu mempengaruhi keragaman koloni endofit dan infektivitas inang (Borer *et al.* 2013; Aaron *et al.* 2016).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Jamur endofit yang ditemukan pada sampel tanaman cabai yang diambil di Kelurahan Lempake ada 4 jenis, yaitu *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* dan *Rhizopus sp.* Jamur endofit entomopatogen yang paling efektif memberikan mortalitas terhadap ulat hongkong yaitu jamur *Trichoderma sp.* dan *Penicillium sp.*

Ucapan Terima Kasih

Kami berterima kasih kepada Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman yang telah membiayai penelitian serta kami sampaikan terima kasih kepada PUI-PT OKTAL dan PIU IsDB Universitas Mulawarman untuk penerbitan *Book Chapter* ini.

Daftar Pustaka

- Aaron SD, Seabloom EW, May G. 2016. Plant host species and geographic distance affect the structure of aboveground fungal symbiont communities, and environmental filtering affects belowground communities in a coastal dune ecosystem. *Microb Ecol* 71 (4): 912-926.
- Agusta A. 2009. *Biologi dan kimia jamur endofit*. Penerbit ITB, Bandung.
- Azevedo JL, Maccheroni JrW, Pereira JO, Luiz de Araújo W. 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Elec J Biotechnol* 3 (1): 40-65.
- Carlile MJ, Watkinson SC. 1994. *The Fungi*. Academic Press. London.
- Barnet HL, Hunter BB. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth Edition, Burgess Publishing Company
- Borer ET, Kinkel LL, May G, Seabloom EW. 2013. The world within: quantifying the determinants and outcomes of a host's microbiome. *Basic Appl Ecol* 14: 533-539.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1982. *Pengenalan Pelajaran Serangga* Edisi ke-6. Terjemahan: Partosoedjono S. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fardiaz S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Penelaah: Winarno FG. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fatmawati. 2015. Keanekaragaman Cendawan Endofit Pada Tanaman Kakao (*Theobromacacao* L.) di Kabupaten Bantaeng. [Skripsi]. Makassar: Program Studi Agroekoteknologi. Jurusan Ilmu dan Hama Penyakit Tanaman.
- Gao F, Dai C, Liu X. 2010. Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection againts Pathogens. *Africans Journal of Microbiology Research* 4 (13), 1346-1351.
- Germain G, Summerbell R. 2006. Toxic Mold, Black Mold, Household Mold Problems, & Toxic Black Mold Damage Information Center. <http://www.mold.ph/definition-offerms.htm>.
- Haggag WM, Hala M, 2007. Biotechnological Aspects of Microorganisms Used in Plant Biological Control. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 1(1): 7-12.
- Hardjo S. 1989. *Biokonversi Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

- Harman GE, Charles RH, Viterbo A, Chet I, Lorito M. 2004. Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Journal Nature*. Vol 2:43-54.
- Hutauruk SM. 2005. Performans ulat tepung (*Tenebrio molitor* L.) yang diberi pakan campuran onggok dan konsentrat selama masa pertumbuhan. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Gandjar, Indrawati. 2006. Mikologi Dasar dan Terapan. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Kurnia AT, Pinem MI, Oemry S. 2014. Penggunaan jamur endofit untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* dan *Alternaria solani* secara in vitro.
- Kusumawardani Y, Sulistyowati L, Cholil A. Potensi Antagonis Jamur Endofit Pada Tanaman Lada (*Piper nigrum*) Terhadap Jamur *Phytophthora capsici* L. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang. *Jurnal HPT*. 3(1) : 67-76.
- Mandyam KG, Roe J, Jumpponen A. 2013. Arabidopsis thaliana model system reveals a continuum of responses to root endophyte colonization. *Fungal Biol* 117: 250-260.
- Masyitah I, Sitepu FS, Safni I. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* Vol.5.No.3, EISSN No. 2337- 6597 Agustus 2017 (63): 484- 493
- Nurzannah SE, *et al.* 2014. Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati untuk Mengendalikan Layu Fusarium (*Fusarium Oxysporum*) pada Cabai dan Interaksinya. *Jurnal Online Agroekoteknologi* . ISSN No. 2337- 6597 Vol.2, No.3 : 1230- 1238
- Puspita DY, Sulistyowati L, Djauhari S. 2013. Eksplorasi jamur endofit pada tanaman jeruk (*Citrus sp.*) fusiprotoplas dengan ketahanan berbeda terhadap *Botriodiplodia theobromae* Pat. *Jurnal HPT* 1 (3): 67-76. [Indonesian]
- Purwakusuma. 2007. Ulat Hongkong. http://www.o-fish.com/PakanIkan/ulat_hongkong
- Rodriguez RJ, White JF, Arnold AE, Redman RS. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytol* 182: 314-330.
- Saunders M, Glenn AE, Kohn LM. 2010. Exploring the evolutionary ecology of fungal endophytes in agricultural systems: using functional traits to reveal mechanisms in community processes. *Evol Appl* 3: 525-537.
- Schuster E, ND Coleman, JC Frisvad, dan PWM van Dijck, 2002. On the safety of *Aspergillus niger*. *Appl Microbiol Biotechnol* (2002) 59:426–435.
- Schulz B, Boyle C 2006, 'What are endophytes?', *Soil Biology: Microbial Root Endophytes*, vol. 9, pp. 13-1.
- Septiana E. 2015. Jamur entomopatogen : potensi dan tantangan sebagai insektisida alam terhadap serangga perusak tanaman dan vektor penyakit manusia. *BioTrends* 1(1): 28-32.

- Sinaga MH. 2009. Pengaruh Bio Va-Mikoriza dan Pemberian Arang terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) di Lapangan. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sofiyani F. 2014. Identifikasi isolat jamur endofit pohon sengon provenan Wamena berdasarkan analisis RDNA ITS. [skripsi]. Yogyakarta (ID): Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Shofiana RH, Sulistyowati L, Muhibuddin A. 2015. Eksplorasi jamur endofit dan khamir pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta uji potensi antagonismenya terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*). Jurnal HPT 3 (1): 75-83. [Indonesian]
- Sopialena. 2017. Segitiga Penyakit Tanaman. Samarinda: Mulawarman University Press.
- Sopialena, Suyadi, Sahil M, Nurdiana J. 2018. The diversity of endophytic fungi associated with *Piper nigrum* in the tropical areas: A recent study from Kutai Kartanegara, Indonesia. 19(6): 2028-2034.
- Sutariati, GAK, Safuan, LO. 2012. 'Perlakuan benih dengan rizobakteri meningkatkan mutu benih dan hasil cabai (*Capsicum annum L.*)', J. Agron. Indones, vol. 40, no. 2, hlm. 131-25.
- Suyadi, Sopialena, Nurdiana J, Suryadi A, Rosfiansyah, Waluyo S. 2017. Genus Nematoda Entomoparogen pada lahan lebak padi sawah (*Oriza sativa L.*) di kecamatan Muara Wis Kabupaten Kutai Kartanegara. Proceeding of Konferensi Antarbangsa Islam Borneo. Samarinda: Mulawarman University.
- Tirtana ZYG, Sulistyowati L, Cholil A. 2013. Eksplorasi jamur endofit pada tanaman kentang (*solanum tuberosum L*) serta potensi antagonismenya terhadap phytophthora infestans (Mont.) De Barry penyebab penyakit hawar daun secara in vitro. Jurnal HPT 1 (3): 91101. [Indonesian]
- Waluyo L. 2007. *Mikrobiologi Umum*. Malang: UPT Penerbita UMM.
- Wasilah F, Syulasmis A, Y Hamdiyati. 2005. Pengaruh Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica Val.*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Wulandari D, Sulistyowati L, Muhibuddin A. 2014. Keanekaragaman jamur endofit pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*) dan kemampuan antagonismenya terhadap *Phytophthora infestans*. Jurnal HPT 2 (1): 110-118.

INDEKS

Potensi Implementasi Kupu-Kupu Sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat Harmonis	1
Positive Deviance: Rekayasa Sosial Pengendalian Malaria Pada Ibu Hamil Berbasis Kearifan Lokal Kalimantan Timur Ike Anggraeni, Annisa Nurrachmawati, Risva, Siswanto.....	21
Ekstrak Umbi Sarang Semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>) sebagai Bioreduktor Sintesis Nanopartikel Perak dan Potensinya sebagai Antimikrobia Patogen Ikan Rudy Agung Nugroho.....	39
Potensi Bawang Tiwai (<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill.) Urb.) Sebagai Komponen Antibakteri Berbahan Dasar Alam Untuk Kosmetika Swandari Paramita, Yadi Yasir, Yuniati Yuniati	55
Tinjauan Teknologi dan Komersialisasi Produk Pangan Berbasis Beta Karoten Anton Rahmadi.....	71
Literasi Lingkungan Hutan Tropis dan Kearifan Lokal Lambang Subagyo, Zeni Haryanto.....	85
Identifikasi Penggunaan Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer Pada Pasien Myalgia di Puskesmas Muhammad Khairul Nuryanto, Dyah Anugrah Pratama, Fanytha Libra Karmila, Metyana Cahyaningtyas, Yesiana Nikmatun Azalia	95
Kejadian Malaria pada Pekerja Perambah Hutan di Kabupaten Penajam Paser Utara tahun 2018 Rahmat Bakhtiar, Krispinus Duma, Harjito Ponco Waluyo.....	105

**Potensi Jamur Endofit Cabai Terhadap Ketahanan Tanaman
dan Sebagai Pengendali Hama**

Sopialena dan Aziz Nur Fauzi..... 117

**Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn.)
Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel**

Marjenah, Novy Pralisa Putri 127