



ISSN 0126-1754

Volume 10, Nomor 2, Agustus 2010

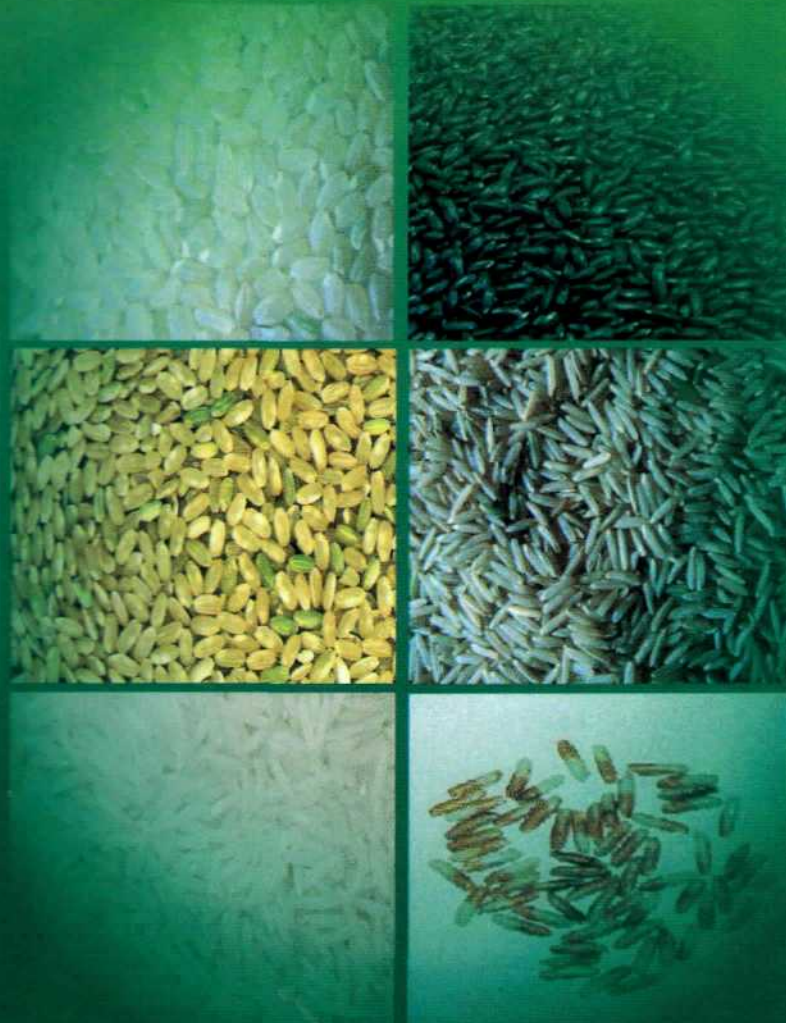
Terakreditasi Peringkat A

SK Kepala LIPI

Nomor 180/AU1/P2MBI/08/2009

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekaryat-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan beipedomana pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 6 nomor.

Surat Keputusan Ketua LIPI

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

Dewan Pengurus

Pemimpin Redaksi

B Paul Naiola

Anggota Redaksi

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan

Kusumadewi Sri Yulita, Tukirin Partomihardjo

Redaksi Pelaksana

Marlina Ardiyani

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarto

Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)

Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,

Cibinong 16911, Bogor - Indonesia

Telepon (021) 8765066 - 8765067

Faksimili (021) 8765059

e-mail: berita.biologi@mail.lipi.go.id

ksamajp2biologi@yahoo.com

herbogor@indo.net.id

Keterangan foto cover depart: Keragaman genetik plasma nutfah padi beras putih dan beras warna, sesuai makalah di halaman 143 Foto: Dwinita W Utami - Koleksi BB Biogen-Badan Pengembangan dan Penelitian Pertanian-Departemen Pertanian.

Anggota Referee / Mitra Bestari

Mikrobiologi

Dr Bambang Sunarko (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof Dr Feliatra (*Universitas Riau*)
Dr Heddy Julistiono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr I Nengah Sujaya (*Universitas Uday and*)
Dr Joko Sulistyو (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
Dr Lisdar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Ocky Kama Radjasa (*Universitas Diponegoro*)

Mikologi

Dr Dono Wahyuno (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr Kartini Kramadibrata (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Genetika

Prof Dr Alex Hartana (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Warid Ali Qosim (*Universitas Padjadjaran*)
Dr Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Taksonomi

Dr Ary P Keim (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Daisy Wowor (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof (Ris) Dr Johannis P Mogeя (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Bioigi Molekuler

Dr Eni Sudarmonowati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Endang Gati Lestari (*BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian-Deptan*)
Dr Hendig Winarno (*Badan Tenaga Atom Nasional*)
Dr I Made Sudiana (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Nurlina Bermawie (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr Yusnita Said (*Universitas Lampung*)

Bioteknologi

Dr Nyoman Mantik Astawa (*Universitas Udayana*)
Dr Endang T Margawati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Satya Nugroho (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)

Veteriner

Prof Dr Fadjar Satrija (*FKH-IPB*)

Bioigi Peternakan

Prof (Ris) Dr Subandryo (*Pusat Penelitian Ternak-Deptan*)

Ekologi

Dr Didik Widyatmoko (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Dewi Malia Prawiradilaga (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Frans Wospakrik (*Universitas Papua*)
Dr Herman Daryono (*Pusat Penelitian Hutan-Dephut*)
Dr Istomo (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Michael L Riwu Kaho (*Universitas Nusa Cendana*)
Dr Sih Kahono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biokimia

Prof Dr Adek Zamrud Adrian (*Universitas Andalas*)
Dr Deasy Natalia (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Elfahmi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Herto Dwi Ariesyadi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Tri Murningsih (*Pusat Penelitian Biologi -LIPI*)

Fisiologi

Prof Dr Bambang Sapto Purwoko (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Gono Semiadi (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Irawati (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Nuril Hidayati (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biostatistik

Ir Fahren Bukhari, MSc (*Institut Pertanian Bogor*)

Bioigi Perairan Darat/Limnologi

Dr Cynthia Henny (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Fauzan Ali (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Rudhy Gustiano (*Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar-DKP*)

Bioigi Tanah

Dr Rasti Saraswati (*BB Sumberdaya Lahan Pertanian-Deptan*)

Biodiversitas dan Ikiim

Dr Rizaldi Boer (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Tania June (*Institut Pertanian Bogor*)

Bioigi Kelautan

Prof Dr Chair Rani (*Universitas Hasanuddin*)
Dr Magdalena Litaay (*Universitas Hasanuddin*)
Prof (Ris) Dr Ngurah Nyoman Wiadnyana (*Pusat Riset Perikanan Tangkap-DKP*)
Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/ Penilai (Referee) nomor ini
10(2)-Agustus 2010

Dr. Andria Agusta - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Ary P. Keim - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. B Paul Naiola - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Endang Gati Lestari - *BB Litbang Bioteknologi dan
Sumberdaya Genetik Pertanian-Deptan*
Dr. Endang Tri Margawati - *Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI*
Dr. Iwan Saskiawan - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Kusumadewi Sri Yulita - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Marlina Ardiyani - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Satya Nugroho - *Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI*

Referee/ Mitra Bestari Undangan

Drs. Edi Mirmanto, M.Sc. - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Herwasono Soedjito - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Joeni Setijo Rahajoe - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Rianta - *Pusat Penelitian Limnologi LIPI*
Dr. Syahroma H. Nasution - *Pusat Penelitian Limnologi*
Prof. (Ris.) Dr. Woro A. Noerdjito - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dra. Yuliasri Jamal, M.Sc. - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

PENINGKATAN KUALITAS NUTRISI TEPUNG DAUN LAMTORO SEBAGAI PAKAN IKAN DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK ENZIM CAIRAN RUMEN DOMBA (Improvement Nutrition Value of Leucaena Leaf Meal as Fish Feed with Addition of Sheep Rumen Fluid Enzyme) <i>Indira Fitriliyani, Enang Harris, Ing Mokoginta, Nahrowi</i>	135
SIDIJARI DNA PLASMA NUTFAH PADI LOKAL MENGGUNAKAN MARKA MOLEKULER SPESIFIK UNTUK SIFAT PADI BERAS MERAH [DNA Fingerprinting of Local Rice Germplasm using The Specific Markers for Red Rice] <i>Dwinita W. Utami, Aderahma Ilhami, Ida Hanarida</i>	143
PENGUNAAN VAKSIN <i>Aeromonas hydrophila</i>: PENGARUHNYA TERHADAP SINTASAN DAN IMUNITAS LARVA IKAN PATIN (<i>Pangasionodon hypophthalmus</i>) (The Application of <i>Aeromonas hydrophila</i> Vaccine: The Effects on The Survival Rate and Immunity of Patin Seed (<i>Pangasionodon hypophthalmus</i>)] <i>Angela M Lusiasuti dan Wartono Hadie</i>	151
KEANEKARAGAMAN LUMUT DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN, PROVINSI LAMPUNG, SUMATERA [Mosses Diversity In Bukit Barisan Selatan National Park, Lampung Province, Sumatera] <i>Florentina Indah Windadri</i>	159
PRIMER-PRIMER BARU UNTUK MENGAMPLIFIKASI GEN PENGKODE PROTEIN AMPLOP VIRUS DENGUE STRAIN CH53489 [Novel Primers to Amplify The Gene Coding for Envelope Protein of Dengue Virus Strain CH53489] <i>Ira Djajanegara</i>	167
ANALISIS VEGETASI POHON DI HUTAN HUJAN TROPIK HARAPAN, JAMBI [Vegetation Analysis of Trees in Harapan Rainforest, Jambi] <i>Muhammad Mansur, Teguh Triono, Ismail, Setyawan Warsono Adi, Enu Wahyu, Gofar Ismail</i>	173
KEANEKARAGAMAN KUMBANG LUCANID (Coleoptera: <i>Lucanidae</i>) DI TAMAN NASIONAL BOGANI NANI WARTA BONE, SULAWESI UTARA [Lucanids Beetle Diversity (Coleoptera: <i>Lucanidae</i>) in the Bogani Nani Wartabone National Park, North Sulawesi] <i>Roni Koneri</i>	179
ANALISIS PREDIKSI SEBARAN ALAMI GAHARU MARGA <i>Aquilaria</i> DAN <i>Gyrinops</i> DI INDONESIA [Natural Distribution Prediction Analyses of Agarwood Genera of <i>Aquilaria</i> and <i>Gyrinops</i> in Indonesia] <i>Roemantyo dan Tukirin Partomihardjo</i>	189
VIRULENCE OF <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> AND REACTION OF RICE GENOTYPES TO THE RACES OF THE PATHOGEN [Virulensi <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> dan Reaksi Genotipe Padi Terhadap Ras Patogen] <i>Y Suryadi and Triny S Kadir</i>	199

KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PULAU SEPANJANG JAWA TIMUR [Plant Diversity of Sepanjang Island, East Java] <i>Rugayah, Suhardjono, S Susiarti</i>	205
PENGARUH LAMA PENYIMPANAN, SUHU DAN LAMA PENGERINGAN KENTANG TERHADAP KUALITAS KERIPIK KENTANG PUTIH [Effect of Storage, Temperature and Drying Duration of Potato on Potato chip Quality] <i>AH Asgar, Asih Kartasih, Asep Supriadi dan Henna Trisdyan</i>	217
SELEKSIJAMUR TANAH PENGURAI LIGNIN DAN PAH DARI BEBERAPA LINGKUNGAN DI BALI [The Selection of Lignin and PAHs Degrading Fungi from Some Environment in Bali] <i>YB Subowo dan Corazon</i>	227
PENGARUH EKSTRAK AIR DAN ETANOL <i>Kaempferia</i> spp. TERHADAP AKTIVITAS DAN KAPASITAS FAGOSITOSIS SEL MAKROFAG YANG DIINDUKSI BAKTERI <i>Staphylococcus</i> <i>epidermidis</i> [Influenced of Water and Ethanol Extracts of <i>Kaempferia</i> spp. to Phagocytosis Activity and Capacity Macrophage Cells Induce by <i>Staphylococcus epidermidis</i>] <i>Tri Murningsih</i>	235
KERAGAMAN BAKTERI ENDOFITIK PADA EMPAT JENIS VARIETAS PADI DENGAN METODA ARDRA (<i>Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis</i>) [The Diversity of Endophytic Bacteria Within Four Different Rice Varieties by Using ARDRA (<i>Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis</i>) Method] <i>Dwi N Susilowati, Nurul Hidayatun, Tasliah, danKMulya</i>	241
RESPON TANAMAN PADI GOGO (<i>Oryza sativa</i> L.) TERHADAP STRESS AIR DAN INOKULASI MIKORISA [Response of Upland Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) Under Water Stress and Mycorrhizae Inoculation] <i>Harmastini Sukiman, Syoflatin Syamsiyah dan Adiwirman</i>	249
KOMPOSISI JENIS KEPITING (Decapoda: <i>Brachyura</i>) DALAM EKOSISTEM MANGROVE DAN ESTUARI, TAMAN NASIONAL BALI BARAT [Crabs (Decapoda: <i>Brachyura</i>) Species Composition in Mangrove and Estuarine Ecosystem, West Bali National Park] <i>Dewi Citra Murniati</i>	259
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
CATATAN JENIS-JEMS TUMBUHAN ASING DAN INVASIF DI TAMAN NASIONAL GUNUNG CEDE PANGRANGO, JAWA BARAT [Recorded of Alien Invasive Species in Gunung Gede Pangrango National Park, West Java] <i>Sunaryo dan Eka F Tihurua</i>	265

SELEKSI JAMUR TANAH PENGURAI LIGNIN DAN PAH DARI BEBERAPA LINGKUNGAN DI BALI¹

[Selection of Lignin and PAHs Degrading Fungi from Some Environment in Bali]

YB Subowo^{2,*} dan Corazon³

²Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi - LJPI
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911

³Fakultas MIPA-Universitas Andalas

•email: yosubowo@yahoo.com

ABSTRACT

An investigation on the selection of soil fungi that degrade lignin and PAHs from some environment in Bali had been done. Some soil fungi are able to degrade lignin compound and PAHs. This fungus can be used to degrade industrial waste containing lignin and hydrocarbon compound. The aim is to obtain fungal capable of degrading lignin and hydrocarbon compounds. The soil samples were taken from mangrove areas, beaches and organic farms to the laboratory for fungal isolation. The isolation of the sample was obtained 20 number isolates. *Penicillium* sp KSt3 is the highest yield of mycelium. This fungus has ability on poly R-478 degrading as much as 2.3% within 60 minutes. This fungus has laccase activity of 3,32 units/ml and capable of degrading phenanthren (PAH) as much as 85.8% in 8 days.

Kata kunci: jamur tanah, pengurai lignin, pengurai PAH

PENDAHULUAN

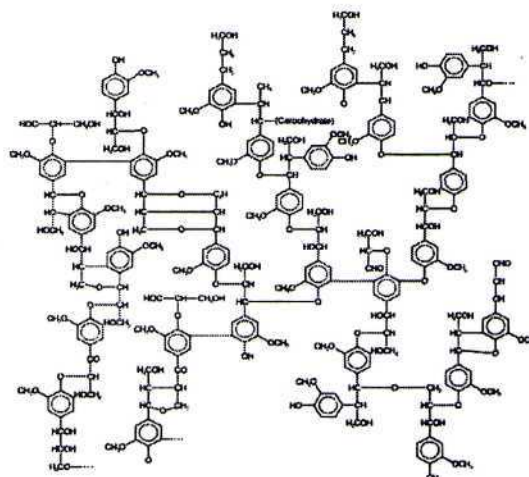
Lignin adalah senyawa kimia kompleks penyusun jaringan tumbuhan disamping selulosa dan hemiselulosa. Menurut Gold & Alic (1993) lignin merupakan polimer dari phenil propanoid hasil sintesa prekursor phenolic seperti coniferyl, synapyl dan p-coumaryl alkohol. Fungsi senyawa ini untuk memberi kekerasan pada jaringan transportasi tumbuhan yang hams tetap tegak dan untuk melindungi struktur polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) dari serangan organisme lain (Hammel, 1997). Sesuai dengan fiingsinya senyawa lignin termasuk *recalsitrant* atau senyawa yang sukar diurai.

PAH atau *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* merupakan bahan pencemar kuat yang berada di atmosfer dan terdiri dari leburan aromatik cincin, tidak mengandung *heteroatom*. Senyawa PAH tersusun dari cincin aromatis, terdiri 2 cincin (Naphtalene), 3 cincin (Anthracene, Phenanthrene), 4 cincin (Chrysene, Tetracene, Pyrene), 5 cincin (Pentacene, Benzo(a) pyrene) dan seterusnya. Senyawa ini merupakan hasil pembakaran minyak bumi, batubara dan tar serta limbah tambang minyak bumi. Di alam senyawa ini terdapat di tanah dan sedimen (Field *et al*, 1992). Senyawa PAH merupakan limbah bersifat non toksik sampai toksik, beberapa bersifat karsinogenik, mutagenik dan teratogenik. Keberadaan senyawa ini di lingkungan

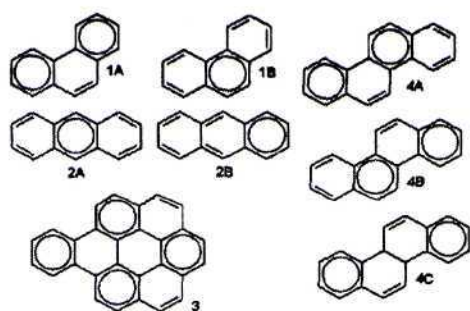
dapat membahayakan organisme hidup sehingga harus diuraikan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Beberapa jamur pengurai lignin ternyata juga mampu menguraikan PAHs, kedua senyawa ini memiliki kemiripan yaitu tersusun dari ikatan polisiklis (cincin), sehingga enzim yang menguraikan ikatan cincin lignin dapat pula menguraikan ikatan cincin PAH.

Menurut Aust (1990) enzim ligninolitik dari *white rot* juga menyerang sejumlah besar senyawa polutan yang tersusun dari cincin aromatis. Jamur *Bjerkandera* sp strain BOS55 mampu mendegradasi



Gambar 1. Struktur Lignin



Gambar 2. Struktur beberapa PAH, Phenanthren (1 A, 1B), Anthracen (2A, 2B), Chrycene (4A, 4B, 4C), Zethrene(3).

anthracene dan benzo(a) pyrene sebesar 99,2 dan 83,1% dalam waktu 28 hari (Field *et al*, 1992). Kelompok jamur *white rot* juga mampu mendegradasi beberapa pestisida, PCBs, dioxin, beberapa pewarna, TNT, sianida, azida, Carbon Tetra Clorida dan Penta Clorophenol (Aust& Benson, 1998).

Beberapa jenis jamur tanah kelompok Ascomycetes dilaporkan juga mampu menghasilkan enzim laccase. Jamur *Trichoderma harzianum* WL1 mampu menghasilkan enzim laccase sehingga dapat digunakan untuk mendegradasi lignin (Sadhasivam *et al*, 2008). Penggunaan jamur Ascomycetes untuk mendegradasi senyawa lignin dan PAH belum banyak dilakukan, sehingga dilakukan isolasi dan seleksi jamur tanah dari beberapa lingkungan di Bali, yaitu lingkungan mangrove, lingkungan pantai dan lingkungan tanah pertanian organik. Penelitian bertujuan untuk memperoleh jamur yang mampu mendegradasi senyawa lignin dan PAH sehingga dapat digunakan untuk penguraian limbah mengandung lignin dan hidrokarbon.

BAHAN DAN CARA KERJA

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah sebagai sumber mikroba dilakukan pada beberapa lingkungan di Bali. Sampel tanah mangrove diambil di sekitar Denpasar; sampel tanah pantai diambil di pantai Rambut Siwi di Kabupaten Jembrana dan sampel tanah pertanian organik diambil di Desa Pohsanten Kabupaten Jembrana. Sampel tanah kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan isolasi jamur.

Isolasi jamur

Sampel tanah sebanyak 1 g dilarutkan dalam air steril 9 ml, kemudian dilakukan pengenceran. Pada pengenceran 10^0 dan 10^4 dilakukan *pour plate* pada media Taoge agar. Koloni jamur yang tumbuh kemudian dipindahkan pada media baru untuk pemurnian. Isolat jamur yang sudah murni kemudian dipindahkan ke dalam media Taoge agar.

Pertumbuhan jamur pada media cair mengandung Poly R-478 (lignin)

Isolat jamur yang sudah murni kemudian ditumbuhkan pada media ligninase cair untuk mengamati pertumbuhannya. Komposisi media tersebut adalah: KH_2PO_4 (0,60 g); $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,50 g); K_2HPO_4 (0,40 g); $(\text{NH}_4)_2$ tartrat (0,22 g); Sorbose (40,0 g); Poly R-478 dye (Sigma) (0,20 g); Agar (15 g); Stok mineral (10 ml), Aquadest sampai 1 liter. Stok mineral: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (7,4 g); Ferri sitrat (1,2 g) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,7 g); $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (0,5 g); $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1 g); Thiamin HCl (10,0 mg); Aquadest (1 liter) (Paterson & Bridge, 1994). Jamur yang dapat menghasilkan bobot miselium (biomassa) tinggi berarti dapat menggunakan poly R-478 sebagai sumber energi, jamur ini kemungkinan menghasilkan ligninase yang tinggi pula. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu kamar, di atas shaker dengan kecepatan 115 rpm. Setelah 5 hari miselium jamur disaring menggunakan kertas saring Whatman No 1, kemudian dikeringkan di dalam oven selama 24 jam pada suhu 80°C (Garraway & Evans, 1991). Setelah itu berat miselium ditimbang, yaitu selisih berat antara kertas saring kosong dan kertas saring + miselium.

Pertumbuhan jamur pada media padat mengandung Poly R-478

Isolat jamur yang menghasilkan bobot miselium tinggi kemudian ditumbuhkan pada media poly R-478 padat untuk pembentukan *clear zone* (zona bening). Jamur yang membentuk zona bening di sekitar koloni, berarti menghasilkan ligninase. *Clear zone* merupakan hasil penguraian poly R-478 oleh enzim ligninase yang dihasilkan jamur.

Kemampuan degradasi jamur terhadap Poly R-478

Isolat jamur terpilih ditumbuhkan pada media cair untuk memperbanyak miselium. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang di atas shaker dengan kecepatan 115

rpm. Setelah 7 hari miselium dipanen dengan cara sentrifugasi, kemudian suspensi miselium disimpan di dalam buffer sitrat. Untuk menguji kemampuan degradasi jamur terhadap Poly R-478; 9 ml larutan penyangga sitrat, dengan pH 5,5 dan mengandung Poly R-478 sebanyak 200 ppm ditambah 1 ml suspensi miselium. Campuran tersebut kemudian diinkubasi di atas shaker pada suhu ruang dengan kecepatan 113 rpm (Sunarko *et. al.*, 1999). Kandungan poly R-478 ditentukan pada lama inkubasi 0,30,90, dan 150 menit menggunakan spektrofotometer Shimadzu UV mini 1240 pada panjang gelombang 520 nm dan 350 nm (Moreira *et. al.*, 2004).

Aktivitas Enzim Laccase (Bonen *et al.*, 1994)

Isolat jamur terpilih selanjutnya diukur aktivitas enzim laccasenya, yaitu dengan menyiapkan 0,75 ml larutan penyangga posfat (pH 6,0) ditambah 1,5 ml guaijacol 10 mM. Campuran di atas kemudian divortex sebanyak 0,75 ml, kemudian ditambah enzim supernatant sebanyak 0,75 ml. Dengan menggunakan spektrofotometer Shimadzu UV mini 1240, absorbansi diukur pada panjang gelombang 465 nm pada hari ke 0, 1,2,3, dan 4. Kontrol yaitu dengan perlakuan sama tetapi dipanaskan pada suhu 60°C selama 5 menit. Aktivitas enzim dinyatakan dalam satuan unit dari hasil persamaan Lambert-Beer. Satu unit aktivitas enzim laccase setara dengan berkurangnya satu nmol guaijacol per menit.

Kemampuan degradasi jamur terhadap PAH

Sebanyak 20 mg phenanthren dilarutkan dalam 10 ml heksan, kemudian campuran diambil sebanyak 6 ml ditambah 14 ml aquadest dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer. Ke dalam erlenmeyer ditambahkan beberapa tetes amonium sebagai sumber N, kemudian dimasukkan suspensi miselium sebanyak 1 ml. Kultur diinkubasi di atas shaker dengan kecepatan 115 rpm, pada suhu ruang selama 8 hari. Setiap hari dilakukan pengamatan dengan mengambil sebagian media, kemudian media disaring dengan kertas saring. Filtrat (media) diekstrak menggunakan heksan dan diambil fase organik menggunakan corong pemisah. Ekstrak dimasukkan rotary evaporator pada suhu 30°C untuk menghilangkan pelarutnya sampai tersisa 3 ml, kemudian ditambah heksan lagi sampai 5 ml. Ekstrak kemudian dianalisa menggunakan GC-MS Shimadzu

RF-10 AXL untuk mengetahui konsentrasi phenanthren dan senyawa baru yang terbentuk.

HASIL

Dari proses isolasi, diperoleh 20 nomor isolat terdiri dari 10 isolat berasal dari tanah mangrove, 7 isolat dari tanah pantai dan 3 isolat dari tanah pertanian. Warna koloni jamur berbeda-beda meliputi hitam, hijau, coklat, coklat tua, coklat muda, hijau kekuningan, hal ini menunjukkan bahwa jenis jamur yang diperoleh juga berbeda-beda (Tabel 1).

Isolat jamur kemudian ditumbuhkan pada media ligninase untuk mengetahui bobot miselium (biomasa) yang dihasilkan. Setelah ditumbuhkan ternyata isolat KSt3 menghasilkan bobot miselium paling tinggi yaitu 3,5 g/L media kemudian isolat 13,13 J dan diikuti isolat yang lainnya. Isolat jamur yang menghasilkan bobot miselium paling kecil adalah III2(a), yaitu 1,2 g/L (Gambar 1).

Lima isolat jamur yang menghasilkan bobot biomasa tinggi kemudian diidentifikasi dengan melihat bentuk morfologi jamur, kemudian dicocokkan dengan kunci identifikasi jamur. Setelah itu lima isolat jamur tersebut ditumbuhkan pada media padat mengandung poly R-478 untuk mengetahui pembentukan zona bening. Kelima isolate di atas ternyata dapat membentuk zona bening, hal ini mengindikasikan bahwa kelima isolat menghasilkan enzim ligninase (Tabel 2).

Setelah dilakukan identifikasi kelima jamur adalah *Penicillium* sp KSt3, *Aspergillus* sp 13, *Penicillium* sp 13 J, *Aspergillus* sp 113 dan *Aspergillus* sp I5J(a). Dari kelima jamur tersebut kemudian dipilih dua jamur yang menghasilkan bobot biomasa paling tinggi yaitu: *Penicillium* sp KSt3 dan *Aspergillus* sp 13. Kedua jamur tersebut kemudian direaksikan dalam larutan penyangga sitrat mengandung poly R-478 untuk mengetahui kemampuan degradasinya. Setelah diamati *Penicillium* sp KSt3 mampu mendegradasi poly R sebanyak 2,60 ppm dalam waktu 60 menit atau 2,76%. Sedangkan *Aspergillus* sp 13 mampu mendegradasi poly R-478 sebanyak 10,75 ppm dalam waktu 60 menit atau 11,80%.

Kedua jamur di atas kemudian direaksikan dalam larutan penyangga posfat mengandung guaijacol 10

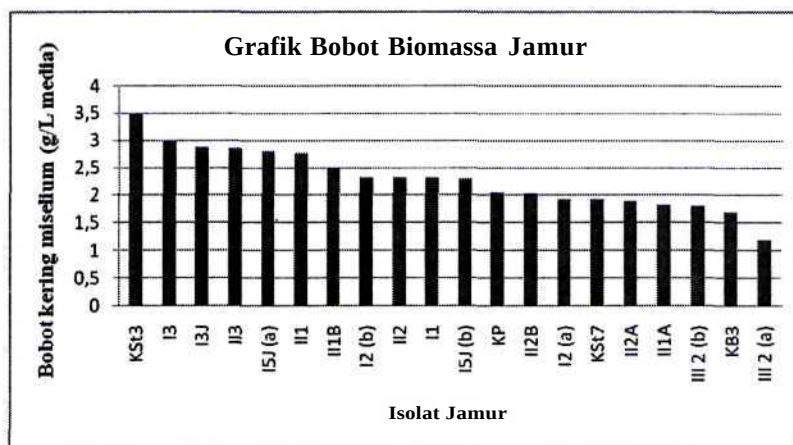
label 1. Hasil isolasi jamur dari beberapa habitat di Bali

No	Kode Isolat	Warna Isolat	Sumber Isolat
1.	I1	Hitam	Tanah mangrove
2.	I2 (a)	Hitam	Tanah mangrove
3.	I2 (b)	Hijau	Tanah mangrove
4.	I3 (a)	Coklat tua	Tanah mangrove
5.	I3 (b)	Coklat muda	Tanah mangrove
6.	II1	Hitam	Tanah mangrove
7.	II2 (a)	Coklat	Tanah mangrove
8.	II2 (b)	Hitam	Tanah mangrove
9.	II3	Hitam	Tanah mangrove
10.	KSt3	Hijau	Tanah mangrove
11.	III2 (b)	Coklat	Tanah pantai
12.	III2 (a)	Hijau kekuningan	Tanah pantai
13.	I3J	Hijau	Tanah pertanian
14.	I5J(a)	Coklat	Tanah pertanian
15.	I5J(b)	Hijau tua	Tanah pertanian
16.	II1A	Hijau	Tanah pantai
17.	II2A	Hijau	Tanah pantai
18.	II1B	Coklat	Tanah pantai
19.	II2B	Hijau	Tanah pantai
20.	III C	Hitam	Tanah pantai

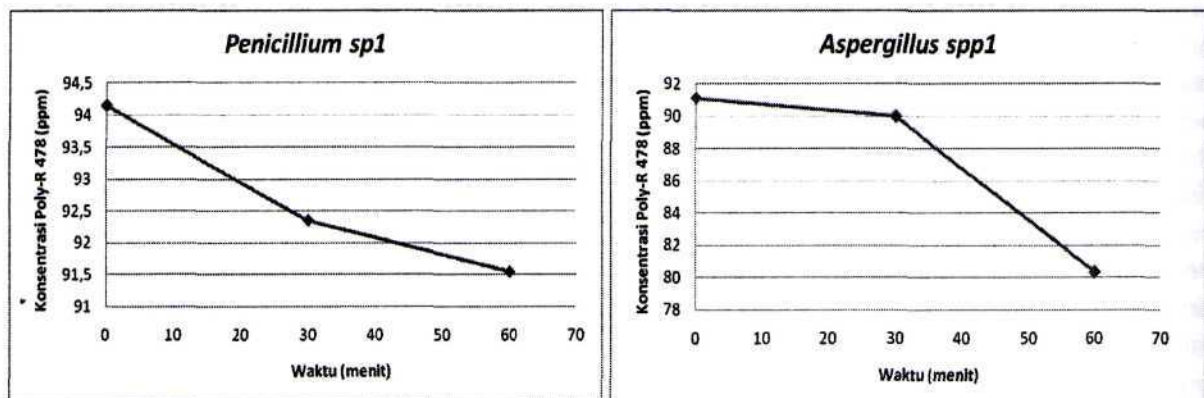
label 2. Pertumbuhan isolat jamur pada media Poly-R 478 padat

No.	Kode Isolat	Nama isolat	Pembentukan zona beaing {clear zone}
1.	KSt3	<i>Penicillium</i> sp1	+
2.	I3	<i>Aspergillus</i> sp1	+
3.	I3J	<i>Penicillium</i> sp2	+
4.	II3	<i>Aspergillus</i> sp2	+
5.	I5J	<i>Aspergillus</i> sp3	+

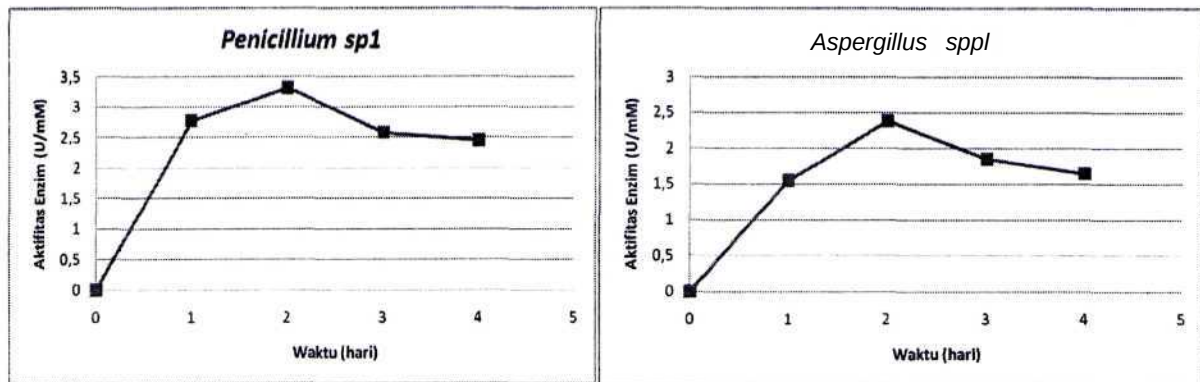
Keterangan: + : membentuk clear zone
- : tidak membentuk clear zone



Gambar 1. Pertumbuhan isolat jamur pada media Poly-R 478 cair



Gambar 2. Kemampuan jamur dalam mendegradasi Poly R-478

Gambar 3. Aktivitas enzim laccase *Penicillium* sp KSt3 dan *Aspergillus* sp 13.

Tabel 2. Penguraian senyawa Phenantren oleh jamur

No	Jamur	Senyawa hasil degradasi	Penurunan konsentrasi Phenantren (%)
1	<i>Penicillium</i> sp K.St3	Phthalic acid, butyl hexyl ester $C_{18}H_{26}O_4$	85,80
2	<i>Aspergillus</i> sp 13	Phthalic acid, butyl hexyl ester $C_{18}H_{26}O_4$	82,22

raM untuk mengetahui aktivitas enzim laccasenya. Setelah diamati jamur *Penicillium* sp KSt3 mempunyai aktivitas enzim laccase sebesar 3,32 unit/ml pada hari ke 2 masa inkubasi. Sedangkan *Aspergillus* sp 13 memiliki aktivitas enzim laccase sebesar 2,39 unit/ml pada hari ke 2 masa inkubasi (Gambar 3).

Jamur *Penicillium* sp KSt3 dan *Aspergillus* sp 13 yang sudah terbukti mampu mendegradasi lignin kemudian ditumbuhkan pada media cair mengandung phenanthren (PAHs) untuk mengetahui kemampuan degradasinya. Hasil pengukuran menggunakan GC MS Shimadzu RF-10AXL, menunjukkan bahwa senyawa phenantren dapat didegradasi oleh kedua jamur menjadi asam phthalik dan butyl hexyl ester $C_{18}H_{26}O_4$. *Penicillium* sp KSt3 mampu menurunkan konsentrasi phenantren sebanyak 85,80% dan *Aspergillus* sp 13 menurunkan sebanyak 82,22% setelah inkubasi selama 8 hari (Tabel 3).

PEMBAHASAN

Isolat jamur yang diperoleh dari tiga lokasi pengambilan sampel terdiri dari 20 nomor isolat, paling banyak dari lingkungan mangrove, kemudian pantai dan paling sedikit dari tanah pertanian organik. Isolat jamur yang berasal dari lingkungan mangrove dan pantai tidak begitu banyak, hal ini disebabkan kedua lingkungan ini memiliki kondisi salinitas tinggi sehingga

tidak banyak jamur tanah yang tumbuh di lingkungan tersebut. Peningkatan salinitas tanah menyebabkan bertambahnya tekanan osmose tanah, menurunkan permiabilitas air dan tingkat aerasi rendah yang berpengaruh pada aktivitas mikroba tanah. Percobaan pada tanah yang diberi NaCl dengan konsentrasi berbeda menyebabkan jumlah total jamur tanah semakin menurun dengan nyata (Omar *et al*, 1994). Sedangkan di tanah pertanian organik hanya sedikit jamur yang diperoleh, ini disebabkan pengambilan sample tanah dilakukan setelah panen padi. Pada saat ini tanaman padi sudah kering, kondisi tanah juga kering sehingga tidak banyak jamur tanah yang hidup. Pada saat tanaman padi tumbuh banyak eksudat yang dihasilkan oleh tanaman sehingga populasi mikroba termasuk jamur tanah di sekitar akar tanaman juga meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Broeckling *et al* (2008) yang mencoba pemberian eksudat akar pada tanaman *Arabidopsis thaliana* dan *Medicago truncatula*. Penambahan eksudat akar dapat meningkatkan komunitas jamur tanah secara kualitatif dan kuantitatif.

Isolat jamur kemudian dilihat kemampuan pertumbuhannya pada media mengandung lignin (Poly R-478). Isolat jamur yang mampu tumbuh ditandai dengan bertambahnya bobot biomassa (miselium). Hal ini juga menunjukkan jamur tersebut dapat

menggunakan lignin sebagai sumber C untuk proses metabolisme. Isolat KSt3 menghasilkan bobot biomassa paling tinggi berarti kemungkinan jamur ini mempunyai aktivitas enzim ligninase yang tinggi pula. Yang *et al.* (2005) menemukan jamur *Penicillium decumben* P6 sebagai jamur yang menghasilkan enzim ligninase. Jamur *Aspergillus flavus* juga mampu melakukan metabolisme lignin sebagai sumber Carbon (Bett & Dart, 1988).

Pembentukan zona bening pada media padat mengandung poly R-478, juga merupakan parameter kualitatif untuk menunjukkan adanya aktivitas ligninase. Zona bening yang terbentuk merupakan hasil degradasi poly R-478 oleh enzim ligninase yang dihasilkan oleh jamur. Kelima isolat jamur yang dipilih ternyata dapat membentuk zona bening (*clear zone*). Setelah diidentifikasi secara morfologi kelima jamur tersebut adalah: *Penicillium* sp KSt3, *Aspergillus* sp 13, *Penicillium* sp I3J, *Aspergillus* sp 113 dan *Aspergillus* sp I5J (a). Penurunan warna dari Poly R-478 merupakan tanda adanya proses peroksidasi dan oksidasi oleh MnP dan laccase. Biodegradasi lignin merupakan hasil kerjasama beberapa enzim ekstraseluler yang disekresi oleh jamur khususnya white rot, meliputi lignin peroksidase, Mangan Peroksidase Terikat, Mangan Peroksidase Bebas dan Laccase (Moreira *et al.*, 2004).

Jamur *Penicillium* sp KSt3 dan *Aspergillus* sp 13 dipilih untuk diamati kemampuannya dalam mendegradasi poly R-478. Setelah dilakukan analisa ternyata kedua jamur memiliki kemampuan degradasi yang berbeda, jamur *Aspergillus* sp 13 mempunyai kemampuan degradasi lebih besar (11,80%) dibandingkan *Penicillium* sp KSt3 (2,76%) dalam waktu 60 menit. Subowo (2010) juga memperoleh jamur *Aspergillus* sp MDS 4.2 yang mampu menguraikan poly R-478 sebanyak 7,52% dalam waktu 30 menit.

Enzim laccase merupakan salah satu bagian dari enzim ligninolitik disamping Lignin Peroksidase dan Mangan Peroksidase. Laccase mereduksi O₂ menjadi H₂O dalam substrat fenolik melalui reaksi satu elektron membentuk radikal bebas yang dapat disamakan dengan radikal kation yang terbentuk pada reaksi MnP. Dari pengamatan jamur *Penicillium* sp KSt3 memiliki aktivitas laccase lebih besar (3,32 unit) dibandingkan

jamur *Aspergillus* sp 13 (2,39 unit). Hal ini tentunya berhubungan dengan kemampuan jamur mendegradasi senyawa polutan. Zeng *et al.* (2006) mengamati aktivitas enzim laccase dari *Penicillium simplicissimum* H5 selama fermentasi padat jerami padi. Penguraian lignoselulosa meningkat pada saat aktivitas laccase relatif rendah.

Phenanthren adalah salah satu PAH yang dipakai sebagai model untuk melihat kemampuan jamur dalam mendegradasi PAH. Kedua jamur ternyata mampu mendegradasi Phenanthren, hal ini terbukti dengan terbentuknya senyawa baru yaitu asam Phetalat dan butyl hexyl ester C₁₈H₂₆O₄ dan konsentrasi phenanthren yang semakin berkurang. Kalau dibandingkan ternyata *Penicillium* sp KSt3 memiliki kemampuan yang lebih besar dalam menguraikan senyawa phenanthren, yaitu 85,80% dibanding *Aspergillus* sp 13 (82,22%) dalam waktu 8 hari. Punnapayak *et al.* (2009) melaporkan bahwa enzim laccase yang dihasilkan *Ganoderma lucidum* mampu mendegradasi secara sempurna antracene baik dengan penambahan atau tanpa penambahan 2mM 1-hidroksibenzotriazol. Jamur ini juga mampu mendegradasi benzo(a)pyrene, fluorine, acenaphthene, acenaphthylene, benzo(a)anthracene berturut-turut 100; 98,6; 95,4; 90,1; 85,3% dengan penambahan 2mM 1-hidroksibenzotriazol. Jamur *Trametes versicolor* dilaporkan juga mampu mendegradasi phenanthrene sebanyak 46% setelah inkubasi selama 36 jam. Phenanthrene didegradasi maksimal pada pH 6 dan temperatur optimal 30°C (Han *et al.*, 2004). Allieri *et al.* (2005) melaporkan bahwa jamur *Penicillium frequentans* mampu mendegradasi phenanthren sebanyak 74% pada kelembaban 40% dan C:N ratio 60. Dalam penanganan limbah lignin dan PAH kedua jamur di atas dapat digunakan sebagai agen bioremediasi karena keduanya mempunyai kemampuan mendegradasi kedua senyawa tersebut.

KESEVIPULAN

Jamur *Penicillium* sp. KSt3 dan dapat mendegradasi poly R-478 dan phenanthrene (PAH). Jamur ini dapat digunakan pada penanganan limbah mengandung lignin dan limbah mengandung phenanthren.

DAFTAR PUSTAKA

- Allieri MAA, JR Lead, JM Estrada dan RR Vazquez. 2003.** Phenanthrene removal in a selected Mexican soil by the fungus *Penicillium frequentans*: Role of C:N ratio and water content. *Journal Soil and Sediment Contamination* **12**(3), 387-399.
- Aust SD. 1990.** Degradation of environmental pollutant* by *Phanerochaete chrysosporium*. *Microb. Ecol.* 20,197-209.
- Aust SD and JT Benson. 1993.** Use of white rot fungi to biodegrade environmental pollutants. *Environmental Health Perspectives*, **101**(3). <http://ehp.nichs.nih.gov/docs/1993/101-3/innovations.html>
- Berts WB and RK Dart. 1998.** The degradation of lignin-related compounds by *Aspergillus flavus*. *Journal of Gen. Microbiol.* **134**, 2413-2420.
- Bonnen AM, LH Anton and AB Orth. 1994.** Lignin degrading enzymes of the commercial button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Appl. Environ. Microbiol.* **60**, 960-965.
- Broeckling CD, AK Broz, J Bergelson, DK Manter and JM Vivanco. 2008.** Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Appl. Environ. Microbiol.* **74**(3), 738-744.
- Field JA, E Jong, GF Costa and JAM Bont. 1992.** Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by new isolates of white rot fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**(7), 2219-2226.
- Garraway MO and RC Evans. 1991.** *Fungal Nutrition and Physiology*, 231. Krieger publishing Company. Malabar, Florida.
- Gold MH and M Alic. 1993.** Molecular biology of the lignin-degrading Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. *Microbiological Reviews*, 605-622.
- Han MJ, HT Choi and HG Song. 2004.** Degradation of phenanthrene by *Trametes versicolor* and its laccase. *The Journal Microbiology*: 94-98.
- Hammel KE. 1997.** *Fungal Degradation of Lignin*, 33-45. CAB International.
- Moreira MT, C Viacava and G Vidal. 2004.** Fed-batch decolorization of poly R-478 by *Trametes versicolor*. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **47**(2), 179-183.
- Omar SA, MA Sater, AM Khallil and MH Abdalla. 1994.** Growth and enzyme activities of fungi and bacteria in soil salinized with sodium chloride. *Folia Microbiol.* **39**(1), 23-28.
- Punnapayak H, S Prasongsuk, K Messner, K Danmek and P Lotrakul. 2009.** Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) degradation by laccase from tropical white rot fungus *Ganoderma lucidum*. *African Journal of Biotechnology* **8**(21), 5897-5900.
- Sadhasivam S, S Savitha, K Swaminathan and FH Lin. 2008.** Production, purification and characterization of mid-redox potential laccase from a newly isolated *Trichoderma harzianum* WL1. *Process Biochemistry* **43**, 736-742.
- Subowo. 2010.** Isolasi dan seleksi jamur pendegradasi lignin di Pulau Laki Kepulauan Seribu. *Proceeding Seminar Nasional Basic Science*, 255-261. Universitas Brawijaya, 20 Februari 2010.
- Yang JS, HL Yuan, HX Wang and WX Chen. 2005.** Purification and characterization of lignin peroxidases from *Penicillium decumbens* P6. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* **21**, 435-440.
- Zeng GM, HY Yu, HL Huang, DL Huang, YN Chen, GH Huang and JB Li. 2006.** Laccase activities of a soil fungus *Penicillium simplicissimum* in relation to lignin degradation. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* **22**(4), 317-324.