



ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 2, Agustus 2008

Terakreditasi Peringkat A
SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional



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 pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman 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, Marlina Ardiyani, Tukirin Partomihardjo

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarmo

Pusat Penelitian Biologi LIPI

Kompleks Cibinong Science Centre (CSC-LIPI)

Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Bogor - Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067

Faksimili (021) 8765063

Email: herbogor@indo.net.id

ksama_p2biologi@yahoo.com

Cover depan: *Keanekaragaman hayati Taman Nasional Kelimutu di Pulau Flores, Nusa Tenggara Timur, seperti direpresentasikan oleh jenis/spesies tumbuhan dan jamur; juga burung endemiknya, dan Danau Kelimutu dengan tiga warnanya, sesuai makalah di halaman 185194.* (Foto: Koleksi LDPI-Balai Taman Nasional Kelimutu, Departemen Kehutanan RI H Wiriadinata, Sudaryanti, AH Wawo dan G Soebiantoro).



LIPI

Berita

Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional

ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 2, Agustus 2008

Terakreditasi A

SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

**Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Jurnal Berita Biologi

1. Karangan ilmiah asli, *hasil penelitian* dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain.
2. Bahasa Indonesia. Bahasa Inggris dan asing lainnya, dipertimbangkan.
3. Masalah yang diliput, diharapkan aspek "baru" dalam bidang-bidang
 - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik dan sebagainya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agro bioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri. *Aspek/pendekatan biologi* harus tampak jelas.
4. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
5. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
6. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
7. Kerangka karangan: standar.

Abstrak dalam bahasa Inggris, maksimum 200 kata, spasi tunggal, ditulis miring, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. *Hasil dipisahkan dari Pembahasan.*
8. Pola penyusunan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto; pencantuman Lampiran seperlunya.

Gambar dan foto: harus bermutu tinggi, gambar pada kertas kalkir (bila manual) dengan tinta cina, berukuran kartu pos; foto berwarna, sebutkan programnya bila dibuat dengan komputer.
9. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (alamat pada cover depan-dalam) yang ditulis dengan program Microsoft Word 2000 ke atas. Satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya. Sertakan juga copy file dalam CD (bukan disket), untuk kebutuhan Referee secara elektronik. Jika memungkinkan, kirim juga filenya melalui alamat elektronik (E-mail) Berita Biologi: herbogor@indo.net.id dan ksama_p2biologi@yahoo.com
10. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - a. Jurnal
Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* 43,1559-1576.
 - b. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Septoteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Littay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. Dalam: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkampf, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
11. Kirimkan makalah serta copy file dalam CD (lihat butir 9) ke Redaksi. Sertakan alamat Penulis yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang mudah dan cepat dihubungi dan alamat elektroniknya.

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 Udayana*)
Dr Joko Sulistyono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPf*)
Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
Dr Lisdar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Ocky Karna 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 Mogeia (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Juniati Peggie (*Pusat Penelitian Biologi- LIPI*)
Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biologi Moiekuler

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

Bioteknologi

Dr Adi Santoso (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Andi Utama (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Nyoman Mantik Astawa (*Universitas Udayana*)

Veteriner

Prof Dr Fadjar Satrija (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Peternakan

Prof (Ris) Dr Subandryono (*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 Hertoto 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 Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biostatistik

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

Biologi Perairan Darat/Limnologi

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

Biologi Tanah

Dr Joeni Setijo Rahajoe (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr. Laode Alhamd (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Rasti Saraswati (*BB Sumberdaya Lahan Pertanian-Deptan*)

Biodiversitas dan Iklim

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

Biologi 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
9(2) - Agustus 2008

Dr. Andria Agusta - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Bambang Sunarko - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. B Paul Naiola - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dwi Setyo Rini, SSi, MSi - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Endang Tri Margawati - Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI
Dr. Gayuh Rahayu - Jurusan Biologi-FMIPA IPB
Prof. (Ris.) Dr. Johanis P Mogeia - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Kartini Kramadibrata - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Kusumadewi Sri Yulita - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Prof. Dr. Drh. Fachrijan H Pasaribu - Kedokteran Hewan-IPB
Drs. Haryono, MSi - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Iwan Saskiawan - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Sunaryo - Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Dr. Usep Sutisna - Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI
Dr. Yuyu Suryasari Poerba - Pusat Penelitian Biologi-LIPI

DAFTAR ISI

REKAMAN BARU (NEW RECORD)

- A NEW RECORD OF *Gunda ochracea* Walker (LEPIDOPTERA: BOMBYCIDAE)
FROM GUNUNG HALIMUN-SALAK NATIONAL PARK**
[Rekaman Baru *Gunda ochracea* Walker (Lepidoptera: Bombycidae)
dari Taman Nasional Gunung Halimun-Salak, Jawa Barat]
Hari Sutrisno.....113

TINJAUAN ULANG (REVIEW)

- KILAS BALIK PENELITIAN KROMOSOM PALEM INDONESIA**
[Chromosome Research Flashback of Indonesian Palms]
Joko Ridho Witono.....115

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

- PEMANFAATAN KONSORSIUM BAKTERI LOKAL UNTUK BIOREMEDIASI LIMBAH
TEKSTIL MENGGUNAKAN SISTEM KOMBINASI ANAEROBIK-AEROBIK**
[The Utilizing of Local Bacteria Consortia for Bioremediation of Textile Wastewater
Under Combined Anaerobic-Aerobic System]
I Dewa K Sastrawidana, Bibiana W Lay, Anas Miftah Fauzi dan Dwi Andreas Santosa.....123

- SISTEM PENYERBUKAN ALTERNATIF *Talinum triangulare* Willd.: EFEK PERLAKUAN
PENYERBUKAN PADA AKTIFITAS BUNGA DAN PEMBENTUKAN BIJI**
[Alternative Pollination System of *Talinum triangulare* Willd.: Effects of Pollination Treatments
on Flower Activities and Seed Setting]
Erlin Rachman.....133

- OPTIMASI PRODUKSI FRUCTOSYLTRANSFERASE OLEH *Aspergillus* sp. WN1C**
[The Optimization of Fructosyltransferase Production by *Aspergillus* sp. WN1C]
Aris Toharisman, Triantarti dan Hendro Santoso Maranteso.....139

- DIVERSITAS DAN PROFIL METABOLIT SEKUNDER JAMUR ENDOFIT YANG DIISOLASI
DARI TUMBUHAN GAMBIR (*Uncaria gambir*) SERTA AKTIVITAS BIOLOGISNYA
SEBAGAI ANTIBAKTERI**
[Diversity and Secondary Metabolites Profiles of Endophytic Fungi Isolated from Gambir
(*Uncaria gambir*) Plants and Their Biological Activities as Antibacteria]
Yuliasri Jamal, Muhamad Ilyas, Atit Kanti dan Andria Agusta.....149

- ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI DAUN
KEMBANG BULAN (*Tithonla diversifolia* (Hemsley) A. Gray)**
[Isolation and Identification of Antibacterial Compounds from the Essential Oil of Japanese
Sunflower (*Tithonla Diversifolia* (Hemsley) A. Gray Leaves)]
Hartati Soetjipto, Lusiawati Dewi dan Sentot Adi Prayitno.....155

- KAJIAN FEKUNDITAS DAN DAYA TETAS TELUR IKAN BETUTU (*Oxyeleotris marmorata*)
PADA WADAH PEMIJAHAN YANG BERBEDA**
[The Assessment of Fecundity and Hatching Rate of Sand Goby (*Oxyeleotris marmorata*) Eggs
on Different Spawning Ground]
Sri Karyaningsih.....163

- KEANEKARAGAMAN DAN DAYA DEGRADASI SELULOSA JAMUR TANAH DI HUT AN
BEKAS TERBAKAR WANARISSET-SEMBOJA, KALIMANTAN TIMUR**
[Soil Fungi Biodiversity of Postburning Forest in Wanariset-Semboja, East Kalimantan
and Their Capability in Cellulotic Degradation]
Suciatmih.....169

PERBANDEVGAN EKSPRESI mRNA STTOKIN ANTARA DOMBA EKOR-TTPIS DAN MERINO YANG DIINFEKSI <i>Fasciola gigantica</i> [Comparison of Cytokine mRNA Expression between Indonesian Thin-Tailed and Merino Sheep during Infection with <i>Fasciola gigantica</i>] <i>Ening Wiedosari</i>	177
FLORA GUNUNG KELIMUTU DAN GUNUNG KELIBARA TAMAN NASIONAL KELIMUTU, PULAU FLORES, NUSA TENGGARA TIMUR [Flora of Mt. Kelimutu and Mt. Kelibara Kelimutu National Park, Flores Island, Lesser Sunda Islands] <i>Harry Wiriadinata, dan Albert H Wawo</i>	185
KEANEKARAGAMAN JENIS BEGONIA (<i>Begoniaceae</i>) LIAR DIJAWA BARAT [Biodiversity of Wild <i>Begonia</i> in West Java] <i>Deden Girmansyah</i>	195
VAKSINASI DINI <i>Bordetella bronchiseptica</i> PADA ANAK BABI MENCEGAH KERUSAKAN SEL-SEL EPITEL BERBULU GETAR PADA MUKOSA SALURAN NAFAS BAGIAN ATAS [Early Vaccination of <i>Bordetella bronchiseptica</i> to Sucking Piglets in Protecting the Damage of Ciliated Epithelium Cells of Upper Respiratory Tract Mucous] <i>Siti Chotiah</i>	205
PERKECAMBAHAN DAN VIGOR SEMAI <i>Plcrasma javantca</i> Blume PADA BERBAGAI SUHU [Germination and Seedling Vigour of <i>Plcrasma javantca</i> Blume at Various Temperatures] <i>Hadi Sutarno dan Ning Wikan Utami</i>	213
PENGARUH PERLAKUAN AWAL UMBI DAN APLIKASI MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL LEMPUYANG GAJAH {<i>Ztngiber zerumbet</i> (L.) J.E. Smith} [Effect of Pretreatment and Growth Media on the Growth and yield of Lempuyang Gajah { <i>Ztngiber zerumbet</i> (L.) J.E. Smith}] <i>Sri Budi Sulianti</i>	219
<u>KOMUNIKASI PENDEK (SHORT COMMUNICATION) MAKALAH HASIL RISET</u>	
PENGARUH MEDIA TUMBUH TERHADAP PERKECAMBAHAN BUI TANAMAN LO [<i>Filcus racemoca</i> L. var. <i>elongata</i> (King) Barrer} [The Effect of Gwoth Media on Seed Germination of Lo { <i>Ficus racemoca</i> L. var. <i>elongata</i> (King) Barrer} <i>Solikin</i>	225

**KEANEKARAGAMAN DAN DAYA DEGRADASI SELULOSA JAMUR TANAH
DIHUTAN BEKAS TERBAKAR WANARISSET-SEMBOJA, KALIMANTAN TIMUR¹
[Soil Fungi Biodiversity of Postburning Forest in Wanariset-Semboja,
East Kalimantan and Their Capability in Cellulotic Degradation]**

Suciatmih

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911
e-mail: suciatmih2008@vahooxa

ABSTRACT

In order to know the effect of isolation method on the occurrence and capability of soil fungi to degrade cellulose, a study was conducted in postburning forest in Wanariset-Semboja, East Kalimantan. Soil fungi were isolated using three isolation methods: incubation at 45° C, treatment with 50 % ethanol for 15 minutes, and heat treatment at 70° C for 15 minutes. Plates for heat incubation and for other methods were incubated at 45° C and 27° C for three days, respectively. Cellulose degradation test of isolated fungi was examined using *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) media. Results showed that isolation method affected diversity and population of soil fungi. Heat treatment at 70° C for 15 minutes appeared to have highest diversity and population of soil fungi. *Eupenicillium Javanicum* var *javanicum* (van Veyma) Stolk & Scott, *Talaromyces byssoclamydoides* Stolk & Samson, *T. flavus* (Klocker) Stolk & Samson, *T. stipitatus* C.R. Benjamin, and *Penicillium argillaceum* Stolk *et al.* were dominant in postburning forest in Wanariset-Semboja, East Kalimantan. Twenty-one isolated fungi degraded cellulose.

Kata kunci: degradasi selulosa, jamur tanah, keanekaragaman, populasi.

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dapat terjadi di mana saja. Di Indonesia, kebakaran hutan biasanya terjadi pada musim kemarau. Kawasan hutan luas terutama yang ada di Sumatera dan Kalimantan setiap tahunnya mengalami kebakaran. Kebakaran hutan yang terjadi pada tahun 1997-1998, merusak paling sedikit 2 juta ha hutan di Indonesia (Nurjanto and Suhardi 2001). Hutan yang berada di kawasan Wanariset-Semboja, Kalimantan Timur telah mengalami kebakaran besar sebanyak tiga kali, yaitu pada tahun 1982-1983, 1994-1995 dan 1997-1998 (Simbolon *et al.*, 2003).

Kebakaran hutan dapat menyebabkan kehilangan keanekaragaman hayati dan bisa mengubah kekayaan dan sifat fisika-kimia tanah sehingga akan mempengaruhi komposisi mikroba tanah. Jamur tanah merupakan salah satu mikroba tanah yang mempunyai peranan besar pada siklus bahan makanan yang selanjutnya akan menentukan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Suciatmih (2001) melaporkan bahwa kelompok jamur tanah yang tergolong marga/genus *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Eupenicillium*, *Paecilomyces*, *Penicillium* dan *Trichoderma* dapat mendegradasi selulosa.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mempelajari keanekaragaman jamur tanah pada hutan bekas kebakaran di Wanariset-Semboja dan (2) menguji kemampuan degradasi selulosa jamur yang berhasil diisolasi. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat membantu upayapendayagunaan jamur tersebut dalam kaitannya untuk meningkatkan kesuburan tanah guna menunjang usaha reklamasinya.

BAHAPANMETODE

Keadaan lokasi

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada bulan Agustus 2003 pada petak permanen (150 m x 700 m) yang dibuat pada tahun 1979 dan telah mengalami kebakaran besar sebanyak 3 kali. Petak permanen tersebut berada di kawasan hutan pamah Wanariset yang dikelola oleh Loka Penelitian an Pengembangan Satwa Primata Semboja, Kalimantan Timur. Kawasan ini berada 1,6 km dari simpang Semoy pada km 38 jalan Balikpapan-Samarinda. Hasil pencacahan tumbuhan yang dilakukan oleh Simbolon *et al.* (2003) memperlihatkan bahwa petak penelitian berdasarkan total basal area didominasi oleh *Pholidocarpus majadum* (Arecaceae), *Eusideroxylon zwageri* (Lauraceae) dan *Dipterocarpus cornutus*

'Diterima: 15 April 2008 - Disetujui: 15 Juli 2008

(Dipterocarpaceae). Berdasarkan jumlah individunya, petak penelitian didominasi oleh *Pholidocarpus majadum*, *Macaranga gigantea*, *Diospyros borneensis* dan *Mallotus paniculatus*.

Dari petak permanen (150 m x 700 m) diambil \pm 1 ha (150 m x 70 m) sebagai petak contoh. Petak contoh (150 m x 70 m) kemudian dibagi menjadi \pm 100 anak-petak berukuran 10 m x 10 m. Dari petak contoh tersebut, diambil 12 % luasan (12 anak-petak) secara acak untuk pengamatan jamur tanah dengan cara membuat "petak-sampling" yang berada di tengah anak-petak dan berukuran 2 m x 2 m (Sudiana *et al.*, 2001). Setelah bahan organik disisihkan, contoh tanah diambil pada kedalaman 5-10 cm dari beberapa tempat pada masing-masing "petak-sampling" kemudian dicampur dan dibungkus dalam kantong plastik (0,5-1 kg). Contoh tanah selanjutnya dikering-anginkan lalu diayak dan kemudian dibungkus sebanyak 100-150 g.

Isolasi jamur: penggunaan tiga metode

Pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (kebakaran), jamur akan mempertahankan hidupnya dengan cara membentuk spora sebagai organ dorman atau organ tidak aktif. Untuk memecahkan dormansi spora sehingga dapat berkecambah, isolasi jamur tanah dilakukan dengan cara *temperature shocks* dan perendaman dalam alkohol.

Tiga metode isolasi yang dipakai adalah (1) inkubasi pada temperatur 45°C, (2) perlakuan dalam alkohol 50 % selama 15 menit, dan (3) perlakuan pemanasan pada temperatur 70° C selama 15 menit. Penggunaan 3 metode berbeda ini untuk mengetahui metode mana yang paling efektif dalam mengisolasi jamur tanah, yang dilihat dari besarnya keanekaragaman jamur terisolasi.

Sebanyak 15 g contoh tanah disuspensikan dalam 135 ml akuades steril (10^{-1}) dan dikocok selama 14 jam. Selanjutnya dibuat pengenceran dengan cara memipet sebanyak 1 ml kedalam tabung berisi 9 ml akuades steril (10^{-2}) dan dikocok. Demikian seterusnya hingga kelipatan pengenceran 10^{-3} . Dari hasil uji pendahuluan, pengenceran 10^{-3} digunakan untuk mengisolasi jamur pada metode isolasi kedua dan ketiga, sedangkan isolasi jamur dengan metode isolasi pertamamenggunakan pengenceran 10^{-1} . Sebanyak 0,2

ml suspensi tanah dari masing-masing pengenceran disebarkan dengan batang kaca bengkok diatas media *potato dextrose agar* (PDA) yang mengandung 0,01 g/liter streptomycinedan 0,01 g/literamcillin. Metode kedua dan ketiga diinkubasi pada temperatur ruang (27-28°C). Masa inkubasi ke tiga metode tersebut adalah masing-masingtigahari. Masing-masing contoh tanah yang diuji diulang 2 kali. Koloni tunggal pada masing-masing cawan petri diambil dan ditrasfer ke media PDA dan diinkubasi selama 1 -4 minggu.

Identifikasi jamur

Isolat tunggal dari jamur kemudian diidentifikasi secara morfologi meliputi pengamatan makroskopis maupun mikroskopis dengan mengacu referensi dari Domsch *et al.* (1980), Carmichael *et al.* (1980) dan Ellis (1993). Pengamatan makroskopis jamur meliputi (1) pemeriksaan warna dan permukaan koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin, ada atau tidak adanya tetes-tetes eksudat), (2) ada atau tidak adanya garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni, (3) ada atau tidak adanya lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopis jamur meliputi (1) ada atau tidak adanya septum pada hifa, (2) pigmentasi hifa (tidak benwarna atau berwarna gelap), (3) bentuk hifa (seperti spiral, bernodul atau mempunyai rizoid), dan (4) ukuran, warna, hiasan dan bentuk spora atau konidia.

Uji degradasi selulosa

Untuk melihat kemampuan jamur mendegradasi selulosa, masing-masing jenis jamur yang terisolasi ditumbuhkan pada cawan petri berisi media *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dan diinkubasi pada temperatur ruang (27-28°C) selama 3 hari. Masing-masing jenis jamur yang diuji diulang 2 kali. Agar pembentukkan zona bening menjadi lebih jelas dilakukan pewarnaan dengan menggunakan *congo red* (0,1 %)(Teather and Wood, 1981). Selanjutnya dihitung nisbah antara diameter zona bening medium terhadap diameter koloni jamur. Nisbah yang lebih besar mengindikasikan kemampuan mendegradasi selulosa yang lebih besar.

HASIL

Tabel 1 memperlihatkan bahwa rerata keanekaragaman populasi jamur yang diisolasi di hutan

pascaterbakar Wanariset-Semboja dengan menggunakan tiga metode isolasi adalah $2,08 \times 10^3$ - $9,41 \times 10^3$ spk/g tanah kering. Metode isolasi dengan perlakuan pemanasan pada temperatur 70°C selama 15 menit

menghasilkan populasi jamur terbesar ($9,41 \times 10^3$ spk/g tanah kering) dan berbeda nyata ($p < 0,05$), baik dengan metode inkubasi pada temperatur 45°C maupun metode perlakuan dalam alkohol 50 % selama 15 menit.

Tabel 1. Populasi jamur tanah pada 3 (tiga) metode isolasi

Perlakuan	Populasi jamur tanah (spk/g tanah kering)
-Alkohol 50 %	$2,08 \times 10^3$ b
-Inkubasi pada temperatur 45°C	$2,10 \times 10^3$ b
-Pemanasan pada temperatur 70°C	$9,41 \times 10^3$ a

Tabel 2. Frekuensi isolasi dari jamur tanah pada berbagai metode isolasi

No	Jenis jamur	Metode isolasi"			Frekuensi (%)•
		Alkohol	45°C	70°C	
	Ascomycotina				
1.	<i>Byssochlamyis</i> sp.	1	-	-	1,4
2.	<i>Eupenicillium brefeldianum</i> (Dodge) Stolk & Scott	10	-	1	15,3
3.	<i>E. javanicum</i> var <i>javanicum</i> (van Veyma) Stolk & Scott	17	7	1	34,7
4.	<i>Eupenicillium</i> sp.	5	2	2	12,5
5.	<i>Neosartorya glabra</i> (Fennell&Raper)Kozakiewicz	-	12	8	27,8
6.	<i>N. quadricincta</i> (Yuill) Malloch & Cain	1	-	-	1,4
7.	<i>Talaromyces bacillisporus</i> C.R. Benjamin	-	7	1	11,1
8.	<i>T. byssoclamydoides</i> Stolk & Samson	11	18	2	43,1
9.	<i>T. flavus</i> (Klocker) Stolk & Samson	17	1	21	54,2
10.	<i>T. ohioensis</i> Pitt	1	-	-	1,4
11.	<i>T. stipitatus</i> C.R. Benjamin	2	11	19	44,4
12.	<i>T. wortmannii</i> C.R. Benj. In Stolk & Samson	6	3	-	12,5
13.	<i>Talaromyces</i> sp.	4	1	2	9,7
	Basidiomycotina				
14.	<i>Rhizoctonia</i> sp.	1	-	3	5,6
	Deuteromycotina				
15.	<i>Aspergillus candidus</i> Link	-	2	-	2,8
16.	<i>A. flavus</i> Link	-	5	1	8,3
17.	<i>A. fumigatus</i> Fres.	2	-	-	2,8
18.	<i>A. niger</i> van Tiegh.	-	2	1	4,2
19.	<i>A. terreus</i> Thorn	-	3	-	4,2
20.	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penzich	6	-	-	8,3
21.	<i>Penicillium argillaceum</i> Stolk et al.	5	12	1	25,0
22.	<i>Penicillium</i> sp.	-	-	5	6,9
	Zygomycotina				
23.	<i>Absidia corymbifera</i> (Cohn) Sacc. & Trotter	-	1	-	1,4
24.	<i>Gongronella butleri</i> (Lend.)Peyr.&Dal Vesco	-	-	3	4,2
25.	<i>Mucor</i> sp.	-	2	10	16,7
26.	<i>Rhizopus</i> sp.	-	-	1	1,4
27.	Tidak teridentifikasi				
	Jumlah total isolat	5	4	12	29,2
	Jumlah sampel	94	99	94	
		24	24	24	72

Keterangan: a = jumlah jamur yang terisolasi dari tiga metode isolasi / jumlah total sampel x 100 %; b= jumlah jamur yang terisolasi pada masing-masing metode isolasi.

Metode isolasi dengan pemanasan pada temperatur 70 °C menghasilkan jumlah jenis jamur paling banyak pula yaitu 17, sedangkan metode isolasi dengan inkubasi pada temperatur 45° C dan perlakuan dengan alkohol 50% masing-masing adalah 16 dan 15 jenis jamur (Tabel 2).

Dua puluh enam jenis jamur yang termasuk dalam 12 marga (genus) diidentifikasi dan diklasifikasikan ke dalam 13 jenis dari 4 marga termasuk dalam Ascomycotina, 8 jenis dari 3 marga termasuk dalam Deuteromycotina, 4 jenis dari 4 marga termasuk dalam Zygomycotina, dan 1 jenis dalam 1 marga termasuk dalam Basidiomycotina.

Dari penelitian ini diketahui ada 16 jenis jamur termofilik (jamur yang dapat tumbuh dan bersporulasi

pada suhu 45°C). Jamur-jamur tersebut adalah *Absidia corymbifera*, *Aspergillus candidus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, *Eupenicillium javanicum* var *javanicum*, *Eupenicillium* sp., *Mucor* sp., *Neosartorya glabra*, *Penicillium argillaceum*, *Talaromyces bacillisporus*, *T. byssochlamydoides*, *T. flavus*, *T. stipitatus*, *T. Wortmannii* dan *Talaromyces* sp.

Hasil yang sama dari jamur termofilik yang telah dilaporkan ialah/4. *corymbifera* (Domsch et al., 1980), *A. candidus* (Wareing, 1997), *A. Flavus* (Fulleringerer et al., 2006), *P. argillaceum* (Amelia et al., 1969) dan *T. byssochlamydoides* (Maheswari et al., 2000).

Dari 26 jenis jamur yang terisolasi di hutan Wanariset-Semboja, 21 jenis jamur diketahui mampu mendegradasi selulosa. Dibandingkan, dengan jamur

Tabel 3. Aktivitas selulolitik kualitatif dari jamur tanah pada media CMC.

No	Jenisjamur	Aktivitas selulolitik ZB/KJ (3 hari)
Ascomycotina		
1.	<i>Byssochlamys</i> sp.	0,44
2.	<i>Eupenicillium brefeldianum</i> (Dodge) Stolk & Scott	0,42
3.	<i>E. javanicum</i> var <i>javanicum</i> (van Veyma) Solk & Scott	0,89
4.	<i>Eupenicillium</i> sp.	1,08
5.	<i>Neosartorya glabra</i> (Fennell & Raper)Kozakiewicz	0,40
6.	<i>N. guadicinta</i> (Yuill) Malloch & Cain	0,30
7.	<i>Talaromyces bacillisporus</i> C.R. Benjamin	1,20
8.	<i>T. byssochlamydoides</i> Stolk & Samson	0,38
9.	<i>T. flavus</i> (Klocker) Stolk & Samson	0,88
10.	<i>T. ohiensis</i> Pitt	0,92
11.	<i>T. stipitatus</i> C.R. Benjamin	0,38
12.	<i>T. wortmannii</i> C.R. Benj. In Stolk & Samson	0,30
13.	<i>Talaromyces</i> sp.	-
Basidiomycetes		
14.	<i>Rhizoctonia</i> sp.	0,88
Deuteromycotina		
15.	<i>Aspergillus candidus</i> Link	1,58
16.	<i>A. flavus</i> Link	0,44
17.	<i>A. fumigatus</i> Fres.	1,09
18.	<i>A. niger</i> van Tiegh.	1,09
19.	<i>A. terreus</i> Thorn	-
20.	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penzich	1,09
21.	<i>Penicillium argillaceum</i> Stolk et al.	1,09
22.	<i>Penicillium</i> sp.	0,30
Zygomycotina		
23.	<i>Absidia corymbifera</i> (Cohn) Sacc. & Trotter	-
24.	<i>Gongronella butleri</i> (Lend.) Peyr.&Dal Vesco	0,92
25.	<i>Mucor</i> sp.	-
26.	<i>Rhizopus</i> sp.	-

Keterangan: ZB = zona bening, KJ = koloni jamur.

lainnya, aktivitas selulolitik kualitatif jamur *A. candidus* Link adalah paling tinggi (1,58) diikuti oleh *Talaromyces bacillisporus* (1,20) (Tabel 3). Jamur-jamur yang sudah dilaporkan menghasilkan enzim selulase ialah *A. corymbifera* (Subash *et al.*, 2005), *A. candidus* (Ortega, 1985), *A. flavus* (Dasetal., 1997; Madie/a/., 1997), *A. fumigatus* (Flannigan and Sagoo, 1977), *A. niger* dan *T. wortmannii* (Das *et al.*, 1997), *A. terreus* (AH dan Sayed, 1992), *E. brefeldianum* dan *C. sphaerospermum* (Domsch *et al.*, 1980).

PEMBAHASAN

Hasil rerata keanekaragaman populasi jamur yang terisolasi di hutan pascakebakaran Wanariset-Semboja dengan menggunakan tiga metode isolasi ($2,08 \times 10^3$ - $9,41 \times 10^3$ spk/g tanah kering) lebih besar dari hasil yang dilaporkan oleh Suciati (2006), pada hutan bekas terbakar di Bukit Bangkirai, Kalimantan Timur dengan menggunakan metode pengenceran standar ($1,28 \times 10^2$ - $2,09 \times 10^2$ spk/g tanah kering). Rerata populasi jamur tanah yang terisolasi merupakan refleksi dari metode isolasi yang digunakan. Perlakuan *temperature shocks* dan perendaman dalam alkohol mungkin dapat bertindak sebagai pemicu untuk mengaktifkan spora, sehingga populasi jamur dengan menggunakan metode tersebut lebih besar daripada populasi jamur dengan menggunakan metoda standar. Isaac (1998) mengatakan bahwa *temperature shocks* (+ 40°C) atau (-50°C) dapat mengaktifkan spora melalui perubahan secara biokimia di dalam komponen kunci pada jalur metabolisme atau melalui perubahan permeabilitas membran plasma dari spora jamur.

Dua puluh enam jenis jamur yang terisolasi dalam penelitian ini adalah umum, dan merupakan jamur tanah yang khas dan telah banyak dilaporkan secara meluas (Ito and Nakagiri, 1997a & 1997b; Ito *et al.*, 1999; Ito *et al.*, 2001; Suciati, 2006).

Empat marga jamur dari Ascomycotina ditemukan dalam penelitian ini. Di antara empat marga jamur tersebut, *Talaromyces* merupakan marga jamur yang banyak ditemukan, yaitu 7 jenis diikuti *Eupenicillium* dan *Neosartorya* masing-masing adalah 3 dan 2 jenis. Frekuensi keterdapatannya seperti *E. javanicum* var *javanicum* (34,7 %), *T. byssochlamydoides* (43,1 %), *T. javanus* (54,2 %) dan *T.*

stipitatus (44,4 %) adalah tinggi dan semuanya terdeteksi dengan ketiga metode isolasi yang digunakan. Dengan demikian, keempat jamur tersebut boleh dikatakan dominan di tempat ini. Jamur *T. javanus* terdeteksi dengan ketiga metode isolasi yang digunakan. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ito and Nakagiri (1997a) pada areal mangrove (bakau) di Okinawa, Jepang. Suciati (2006) melaporkan bahwa *T. wortmannii* ditemukan pula di hutan bekas terbakar Bukit Bangkirai.

Tiga marga jamur dari Deuteromycotina yang terdeteksi dalam penelitian ini adalah *Aspergillus*, *Cladosporium* dan *Penicillium*. *Aspergillus* merupakan marga jamur yang banyak ditemukan, yaitu 5 jenis diikuti *Penicillium* dan *Cladosporium* masing-masing adalah 2 dan 1 jenis. Frekuensi keterdapatannya jamur *P. argillaceum* adalah cukup tinggi (25,0%) dan terisolasi oleh ke tiga metode yang digunakan. Dapat dikatakan bahwa jamur tersebut dominan di tempat ini. Suciati (2006) melaporkan bahwa *A. flavus* dan *A. niger* ditemukan pula di hutan bekas terbakar Bukit Bangkirai. Azaz and Pekel (2002) menginformasikan bahwa *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. candidus* dan *C. sphaerospermum* diisolasi dari hutan bekas terbakar di Alanya, Turki. *Aspergillus terreus* hanya terdeteksi dengan metode inkubasi pada temperatur 45°C. Hasil yang sama dilaporkan oleh Ito and Nakagiri (1997a) pada areal mangrove di Okinawa, Jepang.

Empat jenis jamur dari Zygomycotina yang ditemukan di tempat ini adalah *Absidia corymbifera*, *G. butleri*, *Mucor* sp. dan *Rhizopus* sp. Dari keempat jenis jamur tersebut, tingkat keterdapatannya *Mucor* sp. di tempat ini adalah paling tinggi (16,7 %). *Absidia corymbifera* hanya terdeteksi dengan metode inkubasi pada temperatur 45°C. Hasil yang sama dilaporkan oleh Nakagiri *et al.* (2005) pada areal mangrove di Muara Angke, Jakarta. Suciati (2006) melaporkan bahwa *A. corymbifera* dan *G. butleri* ditemukan pula di hutan bekas terbakar Bukit Bangkirai.

Rhizoctonia sp. yang berwarna coklat kemerahan merupakan satu-satunya jenis jamur dari Basidiomycotina yang terdeteksi dalam penelitian ini. Jamur ini terisolasi dengan metode alkohol 50% dan pemanasan pada suhu 70°C. Rendahnya jamur Basidiomycotina yang terdeteksi mungkin karena metode

yang digunakan tidak cocok bagi golongan jamur tersebut.

Banyaknya jamur termofilik (16 jenis) yang terisolasi tentunya sangat menggembirakan mengingat kawasan tersebut seringkali mengalami kebakaran. Jenis jamur termofilik ada kemungkinan akan tetap *survive* apabila terjadi kebakaran, sehingga aktivitasnya diharapkan akan bisa berjalan sebagaimana mestinya.

Kemampuan membentuk zona bening pada substrat amorf seperti CMC menunjukkan adanya enzim endo-p-1,4-glukanase (sin: endoglukanase, endoselulase dan CMC-ase) yang dapat memutuskan ikatan P-1,4-glikosida pada serat selulosa tersebut secara acak (Enari, 1983). Selain CMC-ase, komponen enzim selulase lainnya ialah ekso- p-1,4-glukanase (sin: selobiohidrolase, eksoselulase, mikrokristalin selulase dan aviselase) serta p-glukosidase (sin: selobias) yang bekerja secara sinergis memecah selulosa di alam (Maheswari *et al.*, 2000). Salma dan Gunarto (1999) melaporkan bahwa selulosa (60%) merupakan penyusun struktur tumbuhan. Banyaknya jamur yang dapat mendegradasi selulosa (21 jenis) di tempat ini tentunya sangat penting untuk mendaur ulang bahan organik berupa serasah tumbuhan. Jamur memainkan peranan pada siklus-C melalui produksi CO₂ (Sutedjo *et al.*, 1991). Jamur yang menghasilkan aktivitas selulase dapat diaplikasikan lebih lanjut untuk tujuan pengomposan limbah organik.

KESIMPULAN

Dari 26 jenis jamur yang terisolasi di hutan Wanariset-Semboja, 16 jenis adalah jamur termofilik dan 21 jenis adalah jamur pendegradasi selulosa. *Eupenicillium javanicum* var *javanicum*, *T. byssoclamydoides*, *T. flavus*, *T. Stipitatus* dan *Penicillium argillaceum* adalah jamur-jamur yang dominan di tempat ini.

Dengan menggunakan tiga metode isolasi, rerata populasi jamur tanah yang terisolasi di hutan Wanariset-Semboja, Kalimantan Timur adalah $2,08 \times 10^3$ - $9,41 \times 10^3$ spk/g tanah kering. Metode isolasi dengan perlakuan pemanasan pada temperatur 70 °C selama 15 menit, menghasilkan populasi ($9,4 \times 10^3$ spk/g tanah kering) dan jumlah jenis jamur terbesar, yakni 17 jenis.

UCAPAN TERBUKA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Biologi-LIPI melalui "Proyek Penelitian Suksesi Sekunder Hutan Pamah Pasca Kebakaran" yang telah membiayai penelitian ini. Kepada Dr Tadayoshi Ito (NBRC, Japan) yang telah membantu mengidentifikasi jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali S and A Sayed. 1992. Regulation of the cellulase biosynthesis in *Aspergillus terreus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 8(1), 73-75.
- Amelia CS, HC Evans and T Nilsson. 1969. *Penicillium argillaceum* sp. nov., a thermotolerant *Penicillium*. *Transactions the British Mycological Society* 53(2), 307-311.
- Azaz AD and O Pekel. 2002. Comparison of soil fungi flora in burnt and unburnt forest soil in the vicinity of Kargicak (Alanya-Turkey). *Turkey Journal of Botany* 26,409-416.
- Carmichael JW, WB Kendrick, IL Connors and LSigler. 1980. *Genera of Hyphomycetes*. Canada: The University of Alberta Press.
- Das MK, JS Prasad and SK Ahmad. 1997. Endoglucanase production by paper-degrading mycoflora. *Letters in Applied Microbiology* 25(5), 313-315.
- Domsch KH, W Gams and T Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi Vol I*. London: Academic Press.
- Ellis MB. 1993. *Dematiaceous Hyphomycetes*. London: International Mycological Institute.
- Enari TM. 1983. Microbial cellulases. In: *Microbial Enzymes and Biotechnology*, 183-223. WMFogarty (Ed). London.
- Flannigan B and GS Sagoo. 1977. Degradation of wood by *Aspergillus fumigatus* isolated from self-heated wood chips. *Mycologia* 69(3), 514-523.
- Fulleriger SL, D Seguin, S Warin, A Bezille, C Desterque, P Arne, R Chermette, S Bretagne and J Guillet J. 2006. Evolution of the environmental contamination by thermophilic fungi: in a Turkey confinement house in France. *Poultry Science* 85, 1875-1880.
- Isaac S. 1998. What factors influence the germination and outgrowth of fungal spores? *Mycologist* 12(2), 91-92.
- Ito T and A Nakagiri. 1997a. A mycofloral study on mangrove mud in Okinawa, Japan. *IFO Research Communications* 18, 32-39.
- Ito T and A Nakagiri. 1997b. Mycoflora of the Rhizospheres of mangrove trees. *IFO Research Communications* 18, 40-44.
- Ito T, Okane I and Nakagiri A. 1999. Mycoflora of the rhizosphere of *Salicornia europaea* L., a halophytic plant. *IFO Research Communications* 19: 34-40.

- Ito T, A Nakagiri, M Tanticharoen and L Manoch. 2001.** Mycobiota of mangrove forest soil in Thailand. *IFO Research Communications* 20, 50-60.
- M adi L, T Katan, J Katam and Y Tienis. 1997.** Biological control of *Sclerotium rolfsii* and *Verticillium dahliae* by *Talaromyces flavus* is mediated by different mechanisms. *Phytopathology* 87(10), 1054-1060.
- Maheswari R, G Bharadwaj and MK Bhat. 2000.** Thermophilic fungi: their physiology and enzymes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64(1), 461-488.
- Nakagiri A, I Okane, T Ito, K Kramadibrata, Suciati mih and A Retnowati. 2005.** A Guidebook to Identification of Fungi Inhabiting Mangroves and Surrounding Area in Indonesia. A Report of Global Taxonomy Initiative Pilot Study on Fungal Taxonomy.
- Nurjanto HH and Suhardi. 2001.** Mycorrhizal fungal population in an over-burned tropical rain forest in East Kalimantan In: *Impact of Forest Fires on The Natural Resources and Evaluation of Restoration of Ecosystems after Forest Fires*, 56-66. H Simbolon (Ed.).
- Ortega J. 1985.** Some characteristics of the cellulase of *Aspergillus candidus*. *Biotechnology letters* 7(2), 109-112.
- Salma S dan L Gunarto. 1999.** Enzim selulase dari *Trichoderma* spp. *Buletin Agro Bio* 2(2), 9-16.
- Simbolon H, Suciati mih, A Suyanto, D Girmansyah dan Dirman. 2003.** Penelitian suksesi hut an pamah pasca kebakaran, mikoriza dan mammal kecil di hutan
- Subash CBG, P Anbu and A Hilda. 2005.** Extracellular enzymatic activity profiles in fungi isolated from oil-rich environments. *Mycoscience* 46(2), 119-126.
- Suciati mih. 2001.** Test of lignin and cellulose decomposition and phosphate solubilization by soil fungi of gunung Halimun. *Berita Biologi* 6(5), 685-690. *Edisi Khusus - Biodiversitas Taman Nasional Gunung Halimun (1)*.
- Suciati mih. 2006.** Soil fungi in an over-burned Tropical Rain Forest in Bukit Bangkirai, East Kalimantan. *Biodiversitas*(\), 1-3.
- Sudiana IM, S Otsuka, S Deguchi and E Sutisna. 2001.** Soil microbial activities of Bukit Bangkirai Nature Recreation Park, East Kalimantan after forest fire. In: *Impact of Forest Fires on The Natural Resources and Evaluation of Restoration of Ecosystems after Forest Fires*, 64-80. H Simbolon (Ed.).
- Sutedjo MM, AG Kartasapoetra dan Rd S Sastroatmodjo. 1991.** *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Teather RM and PJ Wood. 1981.** Use of congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. *Applied Environmental Microbiology* 43,777-780.
- Wanariset-Semboja, Kalimantan Timur. Laporan Perjalanan Pusat Penelitian Biologi-LIPI.** Bogor, 10 September 2003.
- Wareing PW. 1997.** Incident and detection of thermotolerant and thermophilic fungi from maize with particular reference to *Thermoascus* species. *International Journal of Food Microbiology* 35(2), 137-145.