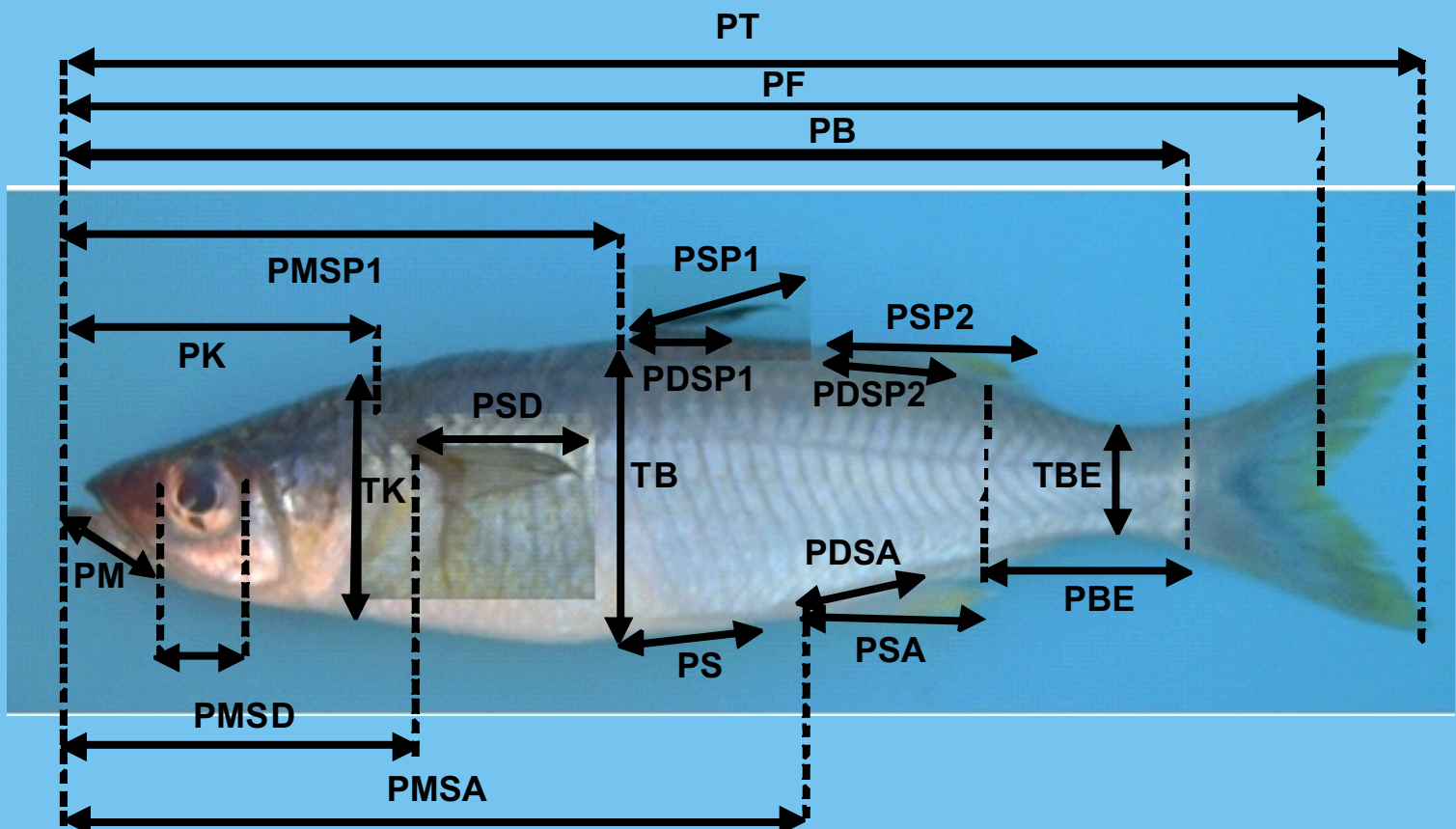


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



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, Edi Mirmanto

Redaksi Pelaksana

Marlina Ardiyani

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarjo

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)

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

Faksimili (021) 8765059

e-mail: berita.biologi@mail.lipi.go.id
ksama_p2biologi@yahoo.com
herbogor@indo.net.id

*Keterangan foto cover depan: Pola pengukuran karakter morfometrik ikan, sesuai makalah di halaman 563
(Foto: koleksi Pusat Penelitian Limnologi-LIPI – Syahroma H Nasution).*

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Jurnal Berita Biologi

1. Makalah berupa karangan ilmiah asli, berupa hasil penelitian (original paper), komunikasi pendek atau tinjauan ulang (review) dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain.
2. Bahasa: Indonesia baku. Penulisan dalam bahasa Inggris atau lainnya, dipertimbangkan.
3. Makalah yang diajukan tidak boleh yang telah dipublikasi di jurnal manapun ataupun tidak sedang diajukan ke jurnal lain. Makalah yang sedang dalam proses penilaian dan penyuntingan, tidak diperkenankan untuk ditarik kembali, sebelum ada keputusan resmi dari Dewan Redaksi.
4. Masalah yang diliput berisikan temuan penting yang mengandung aspek 'kebaruan' dalam bidang biologi dengan pembahasan yang mendalam terhadap aspek yang diteliti, dalam bidang-bidang:
 - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik/ taksonomi dan sebagainya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agrobioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri.
 - *Aspek/ pendekatan biologi* harus tampak jelas.
5. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
6. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
7. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
8. Tipe makalah
Makalah Lengkap Hasil Penelitian (original paper).
Makalah lengkap berupa hasil penelitian sendiri (original paper). Makalah ini tidak lebih dari 15 halaman termasuk gambar dan tabel. Pencantuman lampiran/*appendix* seperlunya. Redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
Komunikasi pendek (short communication)
Komunikasi pendek merupakan makalah pendek hasil riset yang oleh penelitiannya ingin cepat dipublikasi karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar lebih cepat diketahui umum. Berisikan pembahasan yang mendalam terhadap topik yang dibahas. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Dalam Komunikasi Pendek Hasil dan Pembahasan boleh disatukan.
Tinjauan kembali (Review)
Tinjauan kembali yakni rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik riset tertentu. Segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan sehingga memberikan gambaran “state of the art” meliputi kemajuan dan temuan awal hingga terkini dan kesenjangan dalam penelitian, perdebatan antarpeneliti dan arah ke mana topik riset akan diarahkan. Perhatikan kecerdasanmu dalam membuka peluang riset lanjut oleh diri sendiri atau orang lain melalui review ini.
9. Format makalah
 - a. Makalah diketik menggunakan huruf Times New Roman 12 point, spasi ganda (kecuali abstrak dan abstract 1 spasi) pada kertas A4 berukuran 70 gram.
 - b. Nomor halaman diletakkan pada sisi kanan bawah
 - c. Gambar dan foto maksimum berjumlah 4 buah dan harus bermutu tinggi. Gambar manual pada kertas kalkir dengan tinta cina, berukuran kartu pos. Foto berwarna akan dipertimbangkan, apabila dibuat dengan computer harus disebutkan nama programnya.
 - d. Makalah diketik dengan menggunakan program Word Processor.
10. Urutan penulisan dan uraian bagian-bagian makalah
 - a. Judul
Judul harus ringkas dan padat, maksimum 15 kata, dalam dwibahasa (Indonesia dan Inggris). Apabila ada subjudul tidak lebih dari 50 kata.
 - b. Nama lengkap penulis dan alamat koresponden
Nama dan alamat penulis(-penulis) lengkap dengan alamat, nomor telpon, fax dan email. Pada nama penulis(-penulis), diberi nomor superskrip pada sisi kanan yang berhubungan dengan alamatnya; nama penulis korespondensi (*correspondent author*), diberi tanda envelop (✉) superskrip. Lengkapi pula dengan alamat elektronik.
 - c. Abstrak dan Kata kunci

- Abstrak dan kata kunci ditulis dalam dwibahasa (Indonesia dan Inggris), maksimum 200 kata, spasi tunggal, tanpa referensi.
- d. Pendahuluan
Berisi latar belakang, masalah, hipotesis dan tujuan penelitian. Ditulis tanpa subheading.
 - e. Bahan dan cara kerja
Apabila metoda yang digunakan sudah baku dan merupakan ulangan dari metoda yang sudah ada, maka hanya ditulis sitiran pustakanya. Apabila dilakukan modifikasi terhadap metoda yang sudah ada, maka dijelaskan bagian mana yang dimodifikasi.
Apabila terdapat uraian lokasi maksi diberikan 2 macam peta, peta besar negara sebagai inset dan peta detil lokasi.
 - f. Hasil
Bagian ini menyajikan hasil utama dari penelitian. *Hasil* dipisahkan dari *Pembahasan*
 - g. Pembahasan
Pembahasan dibuat terpisah dari hasil tanpa pengulangan penyajian hasil penelitian. Dalam Pembahasan hindari pengulangan subjudul dari Hasil, kecuali dipandang perlu sekali.
 - h. Kesimpulan
Kesimpulan harus menjawab pertanyaan dan hipotesis yang diajukan di bagian pendahuluan.
 - i. Ucapan Terima Kasih
Ditulis singkat dan padat.
 - j. Daftar pustaka
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.
 - i. 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.
 - ii. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - iii. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Sepioteuthis 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 Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - iv. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: *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. Lain-lain menyangkut penulisan
- a. Gambar.
Lebar gambar maksimal 8,5 cm. Judul gambar menggunakan huruf Times New Roman ukuran 8 point.
 - b. Grafik
Untuk setiap perhitungan rata-rata, selalu diberikan standar deviasi. Penulis yang menggunakan program Excell harus memberikan data mentahnya.
 - c. Foto
Untuk setiap foto, harap diberikan skala bila perlu, dan berikan anak panah untuk menunjukkan suatu objek.
 - d. Tabel
Judul tabel harus ringkas dan padat. Judul dan isi tabel diketik menggunakan huruf Times New Roman ukuran 8 point. Seluruh penjelasan mengenai tabel dan isinya harus diberikan setelah judul tabel.
 - e. Gunakan simbol: ○ ● □ ■ △ ▲

- f. Semua nama biologi pada makhluk hidup yang dipakai, pada Judul, Abstrak dan pemunculan pertama dalam Badan teks, harus menggunakan nama yang valid disertai author/descriptor. (Burung Maleo – *Macrocephalon maleo* S. Müller, 1846; Cendana – *Santalum album* L.), atau yang tidak memiliki nama author *Escherichia coli*. Selanjutnya nama-nama biologi disingkat (*M. maleo*, *S. album*, *E. coli*).
 - g. Proof reading
Proof reading akan dikirim lewat e-mail/fax, atau bagi yang berdomisili di Bogor dan Komplek Cibinong Science Center (CSC-LIPI) dan sekitarnya, akan dikirim langsung; dan harus dikembalikan kepada dewan redaksi paling lambat dalam 3 hari kerja.
 - h. Reprint/ cetak lepas
Penulis akan menerima satu copy jurnal dan 3 reprint/cetak lepas makalahnya.
- 12. Seluruh makalah yang masuk ke meja redaksi Berita Biologi akan dinilai oleh dewan editor untuk kemudian dikirim kepada reviewer/mitra bestari yang terdaftar pada daftar reviewer BB. Redaksi berhak menjajagi pihak lain sebagai reviewer undangan.
 - 13. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (lihat alamat pada cover depan-dalam). Satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya. Sertakan juga softcopy file dalam CD untuk kebutuhan Referee/Mitra bestari. Kirimkan juga filenya melalui alamat elektronik (e-mail) resmi Berita Biologi: berita.biologi@mail.lipi.go.id dan di-Cc-kan kepada: ksama_p2biologi@yahoo.com, herbogor@indo.net.id
 - 14. Sertakan alamat Penulis (termasuk elektronik) yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang dengan mudah dan cepat dihubungi.

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 Sulistyio (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
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-Kemtan*)
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 Johanis P Mogea (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biologi Molekuler

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

Biologi Peternakan

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

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-Kemhut*)
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 Adnan (*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*)
Prof (Ris) 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*)

Biologi 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-KKP*)

Biologi Tanah

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

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-KKP*)
Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

PIRAMIDA UMUR DAN PENGELOMPOKAN POPULASI IKAN BONTI-BONTI (<i>Paratherina striata</i>) SECARA SPASIAL DI DANAU TOWUTI, SULAWESI SELATAN [Age Pyramids and Population Clustering of Bonti-bonti Fish (<i>Paratherina striata</i>) in Spatial Aspects in Lake Towuti, South Sulawesi] Syahroma Husni Nasution	563
KOMPOSISI KIMIA MINYAK ATSIRI PADA BEBERAPA TIPE DAUN TEMBAKAU (<i>Nicotiana tabaccum</i> L.) [Chemical Compound of Essential Oils from Several Types of Tobacco Leaves (<i>Nicotiana tabaccum</i> L.)] Elda Nurnasari dan Subiyakto.....	571
KARAKTERISASI DAN STUDI STABILISASI α-AMILASE <i>Bacillus licheniformis</i> TVII.6 MENGGUNAKAN BAHAN ADITIF [Characterization and Studies on Stabilization of α-Amylase of <i>Bacillus licheniformis</i> TVII.6 using Additives] Puji Lestari, Nur Richana dan Rosmimik	581
PATOGENESITAS <i>Streptococcus agalactiae</i> DAN <i>Streptococcus iniae</i> PADA IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i>) [Pathogenesitas of <i>Streptococcus agalactiae</i> and <i>Streptococcus iniae</i> in Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)] Dudung Daenuri dan Walson Halomoan Sinaga	589
KLASIFIKASI VEGETASI GUNUNG ENDUT, TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN-SALAK, BANTEN [Vegetation Classification of Mount Endut, Gunung Halimun-Salak National Park, Banten] E.N. Sambas, C. Kusmana, L.B. Prasetyo dan T. Partomihardjo.....	597
RESPON PERTUMBUHAN DAN KETERGANTUNGAN <i>Albizzia saponaria</i> (LOUR.) MIQ TERHADAP INOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA LOKAL SULAWESI TENGGARA PADA MEDIA TANAH PASCA TAMBANG NIKEL [Response of Growth and Dependency of <i>Albizzia saponaria</i> (Lour.) Miq on Local Arbuscular Mycorrhizae Fungi from Southeast Sulawesi in Post-Nickel Mining Soil] Faisal Danu Tuheteru, Husna dan Asrianti Arif	605
KERAGAAN PERTUMBUHAN HIBRIDISASI EMPAT STRAIN IKAN MAS [Growth Performance of Four Strain Carp Hybridization] MH. Fariduddin Ath-thar, Vitas Atmadi Prakoso and Rudhy Gustiano.....	613
HETEROBLASTIC DEVELOPMENT IN SIX SPECIES OF WILD PIPER: <i>Piper baccatum</i> Blume, <i>Piper firmum</i> Blume, <i>Piper majusculum</i> C.DC, <i>Piper miniatum</i> Blume, <i>Piper</i> <i>crocatum</i> Ruiz & Pav. and <i>Piper retrofractum</i> Vahl. Astuti, I.P., E. Munawaroh, E.M.D. Rahayu, P. Aprilianti dan Sumanto..... 	621
INDUKSI KALUS DAN EMBRIOGENESIS SOMATIK IN VITRO PADA LAMTORO (<i>Leucaena leucocephala</i>) [In Vitro Callus Induction and Somatic Embryogenesis of <i>Leucaena leucocephala</i>] Yusri Sapsuha, Djoko Soetrisno dan Kustantinah	627
KEANEKARAGAMAN JA BAMBU DI PULAU SUMBA [Arbuscular Fungi of Bamboo in Sumba Island] Kartini Kramadibrata.....	635

EKSPLORASI DAN IDENTIFIKASI MIKORIZA INDIGEN ASAL TANAH BEKAS TAMBANG BATUBARA [Exploration and Identification of Indigenous Mycorrhiza of Ex-Coal Mining Soil] Margarettha.....	641
MORFOLOGI POLEN MARGA <i>Hornstedtia</i> Retz. (<i>Zingiberaceae</i>) DARI SUMATERA DAN IMPLIKASINYA DALAM TAKSONOMI [Pollen Morphology of the Genus <i>Hornstedtia</i> Retz. (<i>Zingiberaceae</i>) from Sumatra and its implication on Taxonomy] Nurainas, Syamsuardi dan Ardinis Arbain.....	649
EFEKTIVITAS FORMULASI PENGLEPASAN TERKENDALI (FPT) INSEKTISIDA DIMEHIPO TERHADAP PENGGEREK BATANG (<i>Scirpophaga incertulas</i>) PADA TANAMAN PADIDI DAERAH CIOMAS-BOGOR JAWA BARAT [Formulation Efectivity of Controlled Released Dimehipo Insecticides Against Rice Stem borer (RSB) <i>Scirpophaga incertulas</i> in Ciomas - Bogor West Java] Sofnie M. Chairul, I Wayan Laba dan Benni Ernawan	655
STUDI AGRONOMIS DAN MOLEKULER PADI UMUR GENJAH DAN SEDANG [Agronomics and Molecular Study on Early and Intermediate Maturity Rice] Taslihah, Joko Prasetyono, Ahmad Dadang, Masdiar Bustamam dan Sugiono Moeljopawiro.....	663
GENETIK IKAN BUJUK (<i>Channa lucius</i> Cuvier, Channidae) DARI PERAIRAN SUMATERA BARAT, JAMBI DAN RIAU BERDASARKAN MARKER DNA [Genetic of Snakehead Fish (<i>Channa lucius</i> Cuvier, Channidae) from West Sumatera, Jambi and Riau revealed by DNA Marker] Azrita, Estu Nugroho, Hafrijal Syandri, Dahelmi dan Syaifullah	675
PEMANFAATAN PURUN TIKUS (<i>Eleocharis dulcis</i>) SEBAGAI BIOFILTER PADA SALURAN INLET UNTUK PERBAIKAN KUALITAS AIR MASUK DI LAHAN SULFAT MASAM POTENSIAL [The Utilization Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>) as Biofilter for Improvements Water Quality in Soil Acidic Sulphate] Ani Susilawati dan Achmadi Jumberi.....	681

EKSPLORASI DAN IDENTIFIKASI MIKORIZA INDIGEN ASAL TANAH BEKAS TAMBANG BATUBARA¹ [Exploration and Identification of Indigenous Mycorrhiza of Ex-Coal Mining Soil]

Margarettha

PS Agroekoteknologi Fakultas Pertanian-Universitas Jambi
Jln Raya Jambi - Ma. Bulian Km 15 Mendalo – Jambi
e-mail: iitmargarettha@yahoo.co.id

ABSTRACT

Attempts to recovery the degraded soils are applied with a friendly environment agricultural concept, such as bioremediation by potential indigenous microorganism like mycorrhiza. The objective of this research is to explore and identify indigenous mycorrhizas of ex-mining coal soil. Soil samples were obtained as random sampling from top soil and stock pile (depth 0 – 30 cm). Furthermore, identifying and trapping of mycorrhiza were also studied. The results obtained 13 types of indigenous mycorrhizas i.e. *Glomus* sp. with 9 spore types, *Acaulospora* sp. with 3 types of and 1 type from *Entrophospora* sp.

Keywords: Ex-coal mining soil, exploration, identification, indigenous mycorrhiza.

ABSTRAK

Upaya yang dapat dilakukan untuk memulihkan tanah-tanah terdegradasi adalah melalui sistem pertanian ramah lingkungan, yaitu bioremediasi dengan memanfaatkan mikroba indigen seperti cendawan mikoriza. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mikoriza indigen dan isolatnya yang berasal dari tanah bekas timbunan batubara. Pengambilan sampel tanah berasal dari tanah bekas timbunan batubara dan tanah kupasan secara *random sampling* pada kedalaman 0 – 30 cm, yang digunakan untuk identifikasi dan pemerangkapan mikoriza. Penelitian ini berhasil menemukan 13 tipe mikoriza indigen yaitu *Glomus* sp. dengan 9 tipe spora, *Acaulospora* sp. dengan 3 tipe spora dan 1 tipe dari *Entrophospora* sp.

Kata kunci: Tanah bekas tambang batubara, eksplorasi, identifikasi, mikoriza indigen.

PENDAHULUAN

Salah satu aktivitas yang dapat merusak lahan secara ekstrim adalah dari kegiatan penambangan batubara, minyak bumi, emas, tembaga dan timah. Akibat dari kegiatan ini tanah akan kehilangan lapisan *top soil* dan akan mengalami kekeringan, pemadatan tanah, kemampuan menahan air rendah, sangat miskin hara (unsur hara makro seperti nitrogen dan fosfor), akumulasi unsur toksik, serta reaksi tanah (pH) masam. Hal ini merupakan fenomena umum yang dijumpai pada lahan bekas penambangan seperti tambang batubara.

Kondisi ini menyebabkan areal bekas penambangan batubara sulit ditumbuhi oleh vegetasi karena tidak dapat tumbuh dengan baik. Konsekuensinya, diperlukan input yang relatif besar (pupuk buatan dan organik, berbagai senyawa kimia untuk mengendalikan hama dan penyakit, sarana dan prasarana untuk menjamin ketersediaan air bagi tanaman) untuk memperbaiki atau menyehatkan ekosistem tanah agar dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

Lahan yang mengalami degradasi karena aktivitas penambangan pada akhirnya juga merusak kehidupan mikroba tanah (makro dan mikro). Padahal fungsi mikroba tanah sangat penting dalam siklus hara. Perubahan-perubahan ini yang menjadi kendala dan masalah serius karena mengganggu keseimbangan ekosistem.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menyehatkan kembali lahan (ekosistem tanah) yang terdegradasi dapat dilakukan dengan konsep pertanian ramah lingkungan. Pertanian ramah lingkungan menggunakan input luar rendah (*low external input*) seperti penggunaan bahan alami pupuk organik atau pupuk hayati (*biofertilizers*).

Pupuk hayati yang dapat digunakan dalam rehabilitasi lahan bekas pertambangan adalah mikoriza. Menurut Kroop dan Langlois (1990) mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualisme antara cendawan dan akar tanaman tinggi (*higher plants*). Pemanfaatan cendawan mikoriza dalam rehabilitasi

¹Diterima: 15 Desember 2010 - Disetujui: 10 Juni 2011

lahan bekas tambang diharapkan dapat sebagai salah satu alternatif memperbaiki kualitas tanah yang rusak.

Penggunaan mikoriza telah terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kehutanan (revegetasi) pada lahan bekas pertambangan maupun lahan kritis secara signifikan (Setiadi, 2004). Tanaman bermikoriza akan meningkatkan zona eksploitasi perakaran dan memperluas bidang kontak perakaran sehingga suplai hara dan air bagi tanaman meningkat dengan signifikan (Auge¹, 2004; Goicoechea, Merino and Sanchez-Diaz, 2005). Selain itu mikoriza juga memiliki peranan yang sangat penting untuk melindungi tanaman dari serangan patogen, serta kondisi tanah dan lingkungan yang kurang kondusif seperti pH rendah, cekaman air, temperatur ekstrim, salinitas yang tinggi, dan tercemar logam berat (Brundrett, 1999).

Cendawan mikoriza dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. Walaupun demikian, tingkat populasi dan komposisi jenis sangat beragam dan dipengaruhi oleh karakteristik tanaman dan faktor lingkungan seperti suhu, pH tanah, kelembaban tanah, kandungan fosfor dan nitrogen, serta konsentrasi logam berat. Dengan demikian, setiap ekosistem kemungkinan dapat mengandung spora mikoriza dengan jenis yang sama atau bisa juga berbeda. Hasil penelitian Margareththa dan Merisa (2009) pada tanah bekas timbunan tambang batubara yang berasal dari desa Rantau Pandan, Kabupaten Bungo Provinsi Jambi ditemukan spora mikoriza (indigen) sebanyak 17,25 spora 50 g^{-1} tanah. Temuan ini menunjukkan bahwa cendawan mikoriza mampu tumbuh pada kondisi marginal. Pengamatan yang sama juga dilaporkan oleh Novikusianti *et al.* (2005) bahwa jumlah spora mikoriza lebih banyak pada lahan pasca penambangan timah di desa Sempan, Bangka dibandingkan lahan yang belum dibuka seperti hutan. Temuan ini sejalan dengan pendapat Aggangan, Dell dan Malajczuk (1998) yang menjelaskan pada lingkungan yang sangat miskin atau lingkungan yang tercemar limbah berbahaya, cendawan mikoriza masih memperlihatkan eksistensinya. Oleh sebab itu sifat cendawan mikoriza ini dapat dijadikan dasar dalam upaya bioremediasi lahan kritis.

Secara umum cendawan mikoriza dapat berasosiasi dengan perakaran berbagai tanaman, akan tetapi keefektifannya juga ditentukan oleh jenis tanaman dan asal ekosistem inokulan tersebut. Inokulan yang berasal dari ekosistem (indigen) tersebut jika digunakan kembali pada ekosistem yang bersangkutan akan lebih adaptif.

Lokasi yang diteliti belum pernah diketahui jenis dan keanekaragaman cendawan mikoriza, sehingga perlu dilakukan eksplorasi dan identifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mikoriza indigen dan isolatnya dengan identifikasi tingkat genus yang berasal dari tanah bekas timbunan batubara

BAHATANMETODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan April sampai November 2009. Pengambilan contoh tanah berasal dari areal bekas timbunan pertambangan batubara di Kecamatan Rantau Pandan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. Isolasi dan identifikasi cendawan mikoriza indigen dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian-Universitas Jambi.

Pengambilan sampel tanah untuk analisis kimia tanah dan pengamatan spora mikoriza dilakukan berdasarkan *random sampling* pada kedalaman 0-30 cm dengan empat kali ulangan. Sifat kimia tanah yang diamati adalah C-organik (metode Walkley dan Black), N-total (metode Kjeldhal), P-tersedia (metode Bray I), K-dd (metode NH_4OAC 1 N pH 7,0), pH (metode pH meter), Al-dd (metode titrasi KCl 1 N), kapasitas tukar kation (metode NH_4OAC 1 N pH 7,0), Fe, Mn, Cu dan Zn dapat ditukar (ekstraksi DTPA).

Pengamatan spora awal, dilakukan dengan metoda tuang saring (Gerdermann dan Nicolson, 1963). Contoh tanah sebanyak 50 g ditambah air secukupnya dikocok dengan blender selama 3 menit, lalu disaring dengan saringan berukuran 410, 125 dan 45 mesh. Hasil saringan 125 dan 45 mesh dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse dan ditambah larutan sukrosa 80 % sebanyak 1/3 bagiannya, selanjutnya disentrifuse selama 3 menit dengan kecepatan 2700 rpm. Cairan agak bening di bagian tengah tabung disedot menggunakan pipet injeksi untuk dicuci dan disaring dengan saringan 45 mesh, hasilnya ditempatkan dalam cawan petri dan

diamati di bawah mikroskop. Pengamatan adalah jumlah spora dan morfologi spora.

Selanjutnya dilakukan *trapping* (pemerangkapan) mengikuti metode Brundrett, Melville dan Peterson (1994) dengan menggunakan pot-pot kultur kecil. Media tanam yang digunakan berupa campuran contoh tanah sebanyak ± 50 g dan batuan zeolit yang sudah disterilkan berukuran 1-2 mm sebanyak ± 150 g. Teknik pengisian media tanam dalam pot kultur adalah pot kultur diisi dengan zeolit sampai sepertiga bagian volume pot, kemudian dimasukkan contoh tanah dan terakhir ditutup dengan zeolit sehingga media tanam tersusun atas zeolit-contoh tanah-zeolit.

Benih *Purareria javanica* yang akan digunakan sebagai tanaman inang terlebih dahulu direndam dalam larutan Bayclin selama 5-10 menit sebagai upaya sterilisasi permukaan. Kemudian benih tersebut direndam dalam air hangat selama ± 24 jam untuk memecahkan dormansi. Selanjutnya benih-benih tersebut disemaikan dalam bak persemaian selama ± 10 hari, setelah itu kecambah dipindahkan langsung ke dalam pot-pot kultur. Kultur ditempatkan di Rumah Kaca dan dipelihara selama ± 3 bulan.

Isolasi spora dan identifikasi mikoriza indigen hasil *trapping*, dilakukan dengan cara ekstraksi untuk memisahkan spora dari contoh tanah sehingga dapat dilakukan identifikasi guna mengetahui genus spora mikoriza indigen (Schenck dan Perez, 1988; Brundrett, Melville dan Peterson, 1994).

HASIL

Hasil pengamatan spora awal didapatkan spora mikoriza dari contoh tanah pada berbagai titik

pengambilan tanah baik pada tanah kupasan maupun tanah timbunan batubara (*stock pile*) terlihat ada perbedaan penyebaran spora mikoriza baik jenis maupun jumlah. kepadatan spora alami bervariasi dari 1-29 spora 50 g^{-1} tanah pada dua lokasi pengamatan (Tabel 1).

Berdasarkan hasil *trapping* seperti terlihat pada Tabel 2, identifikasi spora atas dasar karakteristik morfologi dan respon terhadap larutan Melzer ternyata menunjukkan jumlah dan tipe spora yang berbeda. Tipe spora yang ditemukan ada tiga belas (13), yaitu *Glomus* sp. (9 tipe spora), *Acaulospora* sp. (3 tipe spora) dan *Entrophospora* sp. (1 tipe spora).

Faktor lingkungan seperti kesuburan tanah juga mempengaruhi jenis spora yang berkembang (Tabel 3).

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan spora awal didapatkan spora mikoriza dari contoh tanah pada berbagai titik pengambilan tanah baik pada tanah kupasan maupun tanah timbunan batubara (*stock pile*) terlihat ada perbedaan penyebaran spora mikoriza baik jenis maupun jumlah. Menurut Göhre dan Paszkowski (2006) bahwa cendawan mikoriza dapat dijumpai pada berbagai ekosistem termasuk tanah-tanah terkontaminasi logam berat seperti bekas tambang batubara.

Kepadatan spora alami pada dua lokasi pengamatan jumlahnya berbeda, akan tetapi jumlahnya masih dikategorikan cukup bila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Margarettha (2008) pada tanah tidak terkontaminasi logam berat seperti ultisol. Selanjutnya Khade dan Adholeya (2009) telah

Tabel 1. Kepadatan spora alami mikoriza dari tanah bekas tambang batubara.

No.	Contoh Tanah	Jenis mikoriza indigen	Jumlah spora mikoriza 50 g^{-1}
1	Tanah Timbunan	<i>Glomus</i> sp-1	12
		<i>Glomus</i> sp-2	19
		<i>Acaulospora</i> sp	3
		<i>Entrophospora</i> sp	1
2.	Tanah Kupasan	<i>Glomus</i> sp-1	21
		<i>Glomus</i> sp-2	29
		<i>Glomus</i> sp-3	15
		<i>Acaulospora</i> sp	2

Tabel 2. Karakteristik tipe spora mikoriza hasil trapping dari tanah bekas tambang batubara

No	Tipe spora	Karakteristik morfologi	Reaksi dengan pewarna Melzer
1.	<i>Glomus</i> sp-1	Spora bulat, berwarna kuning, permukaan halus. Spora lolos saringan berukuran 125 μ m	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
2.	<i>Glomus</i> sp-2	Spora bulat, berwarna kuning bening, permukaan halus dan berdinding tebal, <i>Hyphal attachment</i> berbentuk <i>funnel</i> . Spora lolos saringan berukuran 125 μ m	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
3.	<i>Glomus</i> sp-3	Spora bulat, berwarna kuning kecoklatan, permukaan halus, <i>Hyphal attachment</i> berbentuk <i>straight</i> . Spora lolos saringan berukuran 125 μ m	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
4.	<i>Glomus</i> sp-4	Spora bulat, berwarna kuning bening, permukaan halus, <i>Hyphal attachment</i> berbentuk <i>straight</i> . Spora lolos saringan berukuran 325 μ m	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
5.	<i>Glomus</i> sp-5	Spora bulat, berwarna coklat kehitaman, permukaan halus. Spora lolos saringan berukuran 125 μ m.	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
6.	<i>Glomus</i> sp-6	Spora bulat telur, berwarna kuning agak kecoklatan, permukaan halus, <i>Hyphal attachment</i> berbentuk <i>straight</i> . Spora lolos saringan berukuran 125 μ m.	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
7.	<i>Glomus</i> sp-7	Spora bulat (oval), berwarna kuning agak kecoklatan, permukaan halus. Spora lolos saringan berukuran 325 μ m.	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
8.	<i>Glomus</i> sp-8	Spora bulat, berwarna agak kecoklatan, permukaan halus. Spora lolos saringan berukuran 325 μ m	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
9.	<i>Glomus</i> sp-9	Spora bulat (oval), berwarna kuning agak kecoklatan, permukaan halus. Spora lolos saringan berukuran 325 μ m	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer
10.	<i>Acaulospora</i> sp-1	Spora bulat, berwarna kuning kecoklatan, permukaan halus berdinding tebal. Spora lolos saringan berukuran 325 μ m	Bereaksi dengan pewarna Melzer. Terjadi perubahan warna dimana bagian dalam spora berwarna merah tua dan bagian luar berwarna kuning
11.	<i>Acaulospora</i> sp-2	Spora bulat, berwarna oranye kemerahan, permukaan kasar seperti kulit jeruk dan berdinding tebal. Spora lolos saringan berukuran 325 μ m.	Bereaksi dengan pewarna Melzer
12.	<i>Acaulospora</i> sp-3	Spora bulat, berwarna coklat kemerahan, permukaan kasar seperti kulit jeruk dan berdinding tebal. Spora lolos saringan berukuran 325 μ m.	Bereaksi dengan pewarna Melzer
13.	<i>Enterospora</i> sp	Spora bulat, berwarna kuning kecoklatan, permukaan halus, Spora lolos saringan berukuran 125 μ	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer

Tabel 3. Rata-rata hasil analisis sifat kimia tanah dari bekas tambang batubara

Sifat Kimia Tanah	Tanah Timbunan Batubara	Tanah Kupasan
C organik (%)	8,6	7,3
N total (%)	0,3	0,3
C/N	28,6	24,3
P tersedia (ppm)	9,8	8,6
K - dd (cmol+/kg)	1,1	0,6
KTk (cmol+/kg)	28,2	16
Al - dd (cmol+/kg)	4,2	7,8
Fe - dd (ppm)	252,2	257,1
Mn - dd (ppm)	49,5	34
Cu - dd (ppm)	8,0	6,5
Zn - dd (ppm)	22,3	22,3
pH H ₂ O	4,1	3,6
pH KCl	3,6	3,3

melaporkan hasil temuannya pada tanah terkontaminasi logam berat di Uttar Pradesh India, dijumpai 19 spora mikoriza g⁻¹ dan pada tanah tidak terkontaminasi logam berat ditemukan 9 spora mikoriza g⁻¹. Informasi ini menunjukkan bahwa spora mikoriza mempunyai daya adaptif pada berbagai ekosistem.

Jumlah mikoriza di tanah pertanian bervariasi tergantung musim setiap tahun dan juga tergantung beberapa faktor seperti pertumbuhan tanaman, faktor edafik, pola cuaca setiap musim dan pengelolaan seperti pemupukan, cara pemupukan dan pengolahan tanah (Giovannetti, 2008; Goltapeh *et al.*, 2008). Berdasarkan kondisi ini jumlah spora atau frekuensi sporulasi cendawan mikoriza bervariasi sesuai musim.

Perbedaan kepadatan spora dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan (jenis tanah, hara tanaman, ketinggian tempat, cahaya dan lain-lain) dan musim pada saat pengambilan contoh tanah. Hal ini menunjukkan bahwa pH tanah, kandungan hara tanah dan musim sangat berpengaruh terhadap proses kolonisasi dan pembentukan spora. Menurut Fakuara (1998), intensitas infeksi spora mikoriza dipengaruhi oleh berbagai macam faktor yang meliputi pemupukan, nutrisi tanaman, pestisida, intensitas cahaya, musim, kelembaban tanah, pH tanah, kepadatan inokulum dan tingkat kerentanan tanaman.

Faktor iklim mempengaruhi spora mikoriza untuk bersporulasi. Pada musim kering mikoriza aktif untuk bersporulasi membentuk spora baru dan sebaliknya

pada musim hujan sporulasi berkurang. Pendapat ini diperkuat oleh Goltapeh *et al.* (2008), pembentukan spora baru berkurang ketika kelembaban tanah tinggi, akan tetapi kemampuan untuk berkolonisasi dengan tanaman inang meningkat. Sebaliknya pada kondisi kering pembentukan spora baru atau sporulasi akan meningkat sehingga persentase kolonisasi menurun.

Spora mikoriza sebagai individu mempunyai faktor intrinsik. Perbedaan tipe spora pada suatu ekosistem berhubungan dengan aktivitas tanaman inang, faktor mikoriza itu sendiri dan lingkungan. Ada tipe spora yang selalu ditemukan pada setiap kali pengamatan, dengan demikian tipe spora ini tidak terpengaruh oleh perubahan musim seperti genus *Glomus*, tetapi ada juga yang hanya muncul pada satu kali pengamatan saja seperti *Acaulaspora*. Kondisi ini yang menunjukkan bahwa aktivitas mikoriza tergantung kepada tipe spora (faktor intrinsik).

Faktor lingkungan seperti kesuburan tanah juga mempengaruhi jenis spora yang berkembang. Dari hasil analisis tanah (Tabel 3) rata-rata nilai pH adalah 4 untuk *stock pile* dan kecil dari 4 untuk tanah kupasan. Reaksi tanah kecil dari 4,5 menunjukkan nilai sangat masam. Secara umum tanah bekas tambang mempunyai tingkat produktivitas sangat rendah, sehingga diperlukan pengelolaan yang tepat. Hal yang sama dilaporkan oleh Bois *et al.* (2005) dari pengamatannya pada tanah bekas tambang minyak di Canada diperoleh kandungan C_{org} 0,3 % dan kandungan P tanah 0,5 cmol⁺ kg⁻¹. Kondisi

ini tidak memungkinkan vegetasi bisa tumbuh dengan baik, oleh karenanya dengan memanfaatkan inokulan mikoriza indigen yang potensial maka proses revegetasi bisa berlangsung.

Tanaman yang tumbuh pada limbah bekas tambang telah diteliti oleh Rani *et al.* (1991) dan Bois *et al.* (2005). Dilaporkan bahwa dari tanaman yang ditumbuhkan dengan media tanamnya tanah bekas tambang dan diinokulasi dengan cendawan mikoriza indigen maka tanaman tumbuh dengan baik.

Menurut Sieverding (1991) beserta Khade dan Adholeya (2009), pH tanah dan fluktuasi kelembaban tanah dapat mempengaruhi pembentukan spora. Selanjutnya Sieverding (1991) menyatakan berdasarkan nilai pH tanah, spora mikoriza yang paling baik berkembang pada pH <5,0 adalah *Enthrophospora columbiana*, sedangkan pada pH >5,0 meliputi *Glomus mosseae* dan *Gigaspora margarita*. Spora *Acaulospora myriocarpa*, *A. Longula*, *A. morrowae*, *A. scrobiculata*, *G. aggregatum*, *G. versiforme* dan *Scutellospora pellucida* berkembang pada pH tanah 4,8–8,0. Berdasarkan sifat-sifat dari mikoriza terhadap faktor abiotik maka pengembangan mikoriza untuk revegetasi tanah-tanah bekas tambang diyakini mempunyai keberhasilan yang baik.

KESIMPULAN

Lahan bekas tambang batubara mempunyai karakteristik dengan kesuburan tanah rendah, masih dapat ditingkatkan produktivitasnya dengan memanfaatkan cendawan mikoriza indigen sebagai usaha revegetasi lahan. Hasil eksplorasi dan identifikasi cendawan mikoriza dari lahan bekas tambang batubara diperoleh mikoriza dari genus *Glomus* sp (9 tipe spora), *Acaulospora* sp (3 tipe spora) dan *Enthrophospora* sp (1 tipe spora).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional melalui Penelitian Hibah Bersaing Nomor Kontrak: 46/H21.3.1/2.4/2009, tanggal 16 April 2009 yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggangan N, B Dell dan N Malajczuk. 1998. Effects of chromium and nickel on growth of ectomycorrhizal fungus *Pisolithus* and formation of ectomycorrhizas on *Eucalyptus urophylla*. St. Blake. *Geoderma*, **84**, 15-27.
- Auge' RM. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil, plant, Water Relations. *Canadian Journal of Soil Science*, **84**, 373-381.
- Bois G, Y Piché, MYP Fung dan DP Khasa. 2005. Mycorrhizal inoculum potentials of pure reclamation materials and revegetated tailing sands from the Canadian oil sSand industry. *Mycorrhiza* **15**, 149-158.
- Brundrett M, CL Melville dan L Peterson. 1994. Practical methods iIn mycorrhiza research, 161. *Mycologie Publications*, Ontario, Canada.
- Brundrett M. 1999. *Introduction to Mycorrhizas*. CSIRO Forestry and Forest Products. <http://www.ffp.csiro.au/research/mycorrhiza/intro.html> (diakses 5 Augustus 2006).
- Gedermann JW dan TH Nicolson. 1963. Spores oOf mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transaction of the British Mycological Society* **46**, 235-244.
- Giovannetti M. 2008. Structure, extent and functional sSignificance of belowground arbuscular mycorrhizal networks. In: *Mycorrhiza, State of the Art, Genetics and Molecular Biology, Eco-Function, Biotechnology, Eco-Physiology, Structure and Systematics*. A Varma (Ed.), 59-72. 3th Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Goicoechea N, S Merino dan M Sanchez-Diaz. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi can contribute to maintain antioxidant and carbon metabolism in nodules of *Anthyllis Cytisoides* L. subjected to drought. *Journal of Plant Physiology* **162**, 27-35.
- Goltapéh EM, YR Danesh, R Prasad dan A Varma. 2008. Mycorrhizal fungi: what we kKnow and what should we know? In: *Mycorrhiza, State of the Art, Genetics and Molecular Biology, Eco-Function, Biotechnology, Eco-Physiology, Structure and Systematics*. A Varma (Ed.), 3-27. 3th Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Göhre V dan U Paszkowski. 2006. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. *Planta* **223**, 1115-1122.
- Khade SW dan A Adholeya. 2009. Arbuscular mycorrhizal association in plants growing on metal-cContaminated and noncontaminated soils Adjoining Kanpur Tanneries, Uttar Pradesh, India. *Water Air Soil Pollutant* **202**, 45-56.
- Koske RE dan B Testier. 1983. A convenient permanent slide mounting medium. *Mycological Society of America Newsletter* **34**, 59.
- Kroop BR and CG Langlois. 1990. Ectomycorrhizal in reforestation. *Canadian Journal of Forest Research* **20**, 438-451.
- Margarettha. 2008. Penggunaan cendawan mikoriza serta pupuk organik terhadap mikroba di rizosfir, kolonisasi mikoriza dan hasil jagung pada ultisol. *Prosiding Lokakarya Nasional Percepatan Penerapan IPTEK dan Inovasi Teknologi Mendukung Ketahanan Pangan dan Revitalisasi Pembangunan Pertanian*, 334-338. Jambi 11-12 Desember 2007. B Prayudi, E

- Jamal, Endrizal, Busyra, J Bobihoe, A Yusri, Adri, N Asni (Penyunting). Balai Pengkajian Teknologi Jambi dan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Margarettha dan S Merisa. 2009.** Optimalisasi lahan bekas timbunan batubara dengan pupuk hayati mikoriza sebagai media tanam jagung manis. *Pemberitaan Ilmiah Percikan* 97, 27-34.
- Novikusianti W, E Nurtjahya, NS Khodijah dan Y Setiadi. 2005.** Status cendawan mikoriza arbuskula (CMA) di lahan pasca-penambangan timah di Desa Sempan Bangka. *Prosiding Seminar Nasional dan Workshop: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza untuk meningkatkan Produksi Tanaman pada Lahan Marginal*, 121-131. Jambi, 9-10 Mei 2005. Zulkarnain (Editor). Asosiasi Mikoriza Indonesia dan Universitas Jambi.
- Rani DBR, S Ragupathy dan A Mahadevan. 1991.** Incidence of vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) in coal waste. *The Second ASEAN Conference on Mycorrhiza*, 77-81.
- Schenck NC dan Y Perez. 1988.** *Manual for the Identification of VAM Fungi*, 241. University of Florida, Gainesville, FL USA.
- Sieverding E. 1991.** *Vesicular-arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems*, 163. Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eaachborn.