LIPI

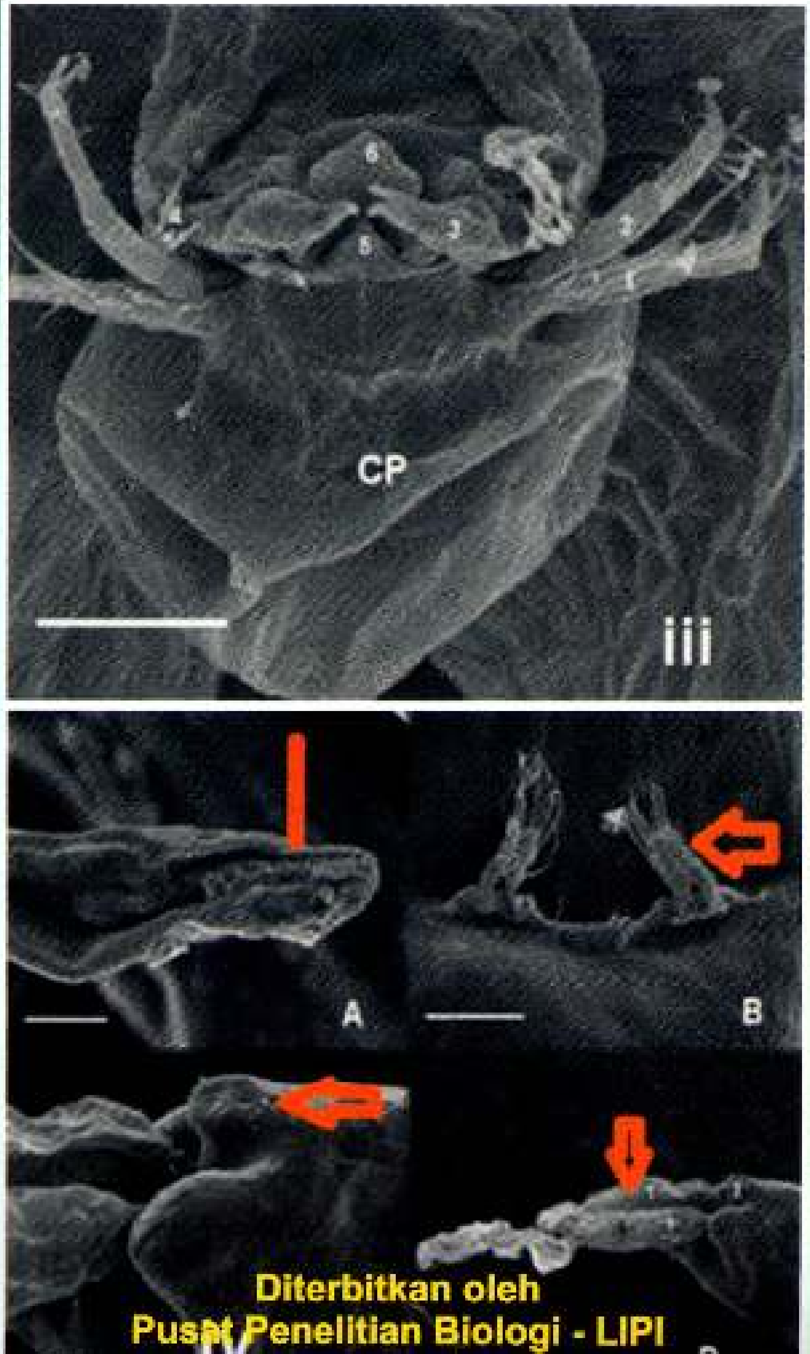
ISSN 0126-1754

Volume 10, Nomor 6, Desember 2011

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 intemasional. 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

Keteranganfoto cover depart: Cephalothorax semispherical dan bagian tubuh dari *Lernaea cyprinacea*, merupakan ektoparasit ikan yang dieksplorasi dan difoto dengan SEM, sesuai makalah di halaman 807
(Foto: koleksi Kementerian Kelautan dan Perikanan RI dan Universitas Gadjah Mada - Dikry N Shatrie)

LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

ISSN 0126-1754
Volume 10, Nomor 6, Desember 2011

Terakreditasi A

Nomor 180/AU1/P2MBI/08/2009

Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

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 *\zmpiranlappendix* seperlunya. Redaaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.

   Komunikasi pendek (short communication)

   Komunikasi pendek merupakan makalah pendek hasil riset yang oleh penelitinya 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. Perlihatkan 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 (El) 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 inzet 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 Am, 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. Champman 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 makluk 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. Miiller, 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. Proofreading

Proofreading akan dikirim lewat e-mail/fax, atau bagi yang berdinas 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 tertera 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 Sulistyo *(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-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-LlPI)*
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-Kemhui)*
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)*

Berita Biologi menyampaikan terima kasih kepada para Mitra Bestari/ Penilai (Referee) nomor ini 10(6)-Desember 2011

Dr. Chyntia Henny - *Pusat Penelitian Limnologi - LIPI*
Prof. Dr. Feliatra - Universitas Riau
Dr. Dewi Malia Prawiradilaga - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*
Dr. Nuril Hidayati - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*
Dr. Yuyu Suryasari Poerba - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*

Referee/ Mitra Bestari Undangan

Dr. Achmad Dinoto - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*
Dr. Darman M. Arsyad, APU - *Balai Besar Pengkajian & Pengembangan Teknologi Pertanian - Kementan*
Dr. Diah Iswantini - *FMIPA - IPB*
Dr. Diah Ratnadewi - *FMIPA - IPB*
Drs. Haryono, M.Si - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*
Dr. Iman Hidayat - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*
Dr. Inggrid S. Surono - *Fak. Kedokteran Universitas Indonesia*
Dr. Lazarus Agus Soekamto - *Pusat Penelitian Biologi - LIPI*
Dr. Puspita Lisdiyanti - *Puslit Bioteknologi - LIPI*
Dr. Syahromah Husni Nasution - *Pusat Penelitian Limnologi - LIPI*

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

KEEFEKTIFAN BAHAN PELINDUNG ALAMI DALAM MEMPERTAHANKAN INFEKTIVITAS *Spodoptera exigua* NUCLEOPOLYHEDROVIRUS (SeNPV)
[The Effectiveness of Natural Protectant to Maintain the *Spodoptera exigua* Nucleopolyhedrovirus (SeNPV) Infectivity]
Samsudin, Teguh Santoso, Aunu Rauf dan Yayi Munara Kusumah......689

PENGARUH PEMUPUKAN BEREMBANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KENTANG {*Solatium tuberosum* L.) VARIETAS GRANOLA
[Effect of Balanced Fertilizer on the Growth dnd Yield of Potato (*Solatium tuberosum* L.) Granola Variety]
Syafri Edi dan Endrizal......699

KORELASIANTAR-KARAKTER DAN SIDK LINTAS ANTARA KARAKTER AGRONOMI DENGAN HASIL KEDELAI {*Glycine max* (L.) Merrill}
[Correlation Among Characters and Path Analyses Between Agronomic Traits with Grain Yield on Soybean {*Glycine max* (L.) Merrill}]
Lukman Hakim......709

HIDROLISIS KITES MELALUI FERMENT ASI SEMI PAD AT UNTUK PRODUKSI N-ASETILGLUKOSAMINA
[Production of N-acetyl-D-glucosamine by Submerged Fermentation from Chitin]
Iwan Saskiawan dan Rini Handayani......721

SIMTOMATOLOGI DAN WAKTU KEMATIAN RAYAP *Macrotermes gilvus* Hagen (ISOPTERA: FAMILI TERMITIDAE) SETELAH INFEKSI CENDAWAN *Metarhizium brunneum* Petch
[Symptomatology and Lethal Time of Termite *Macrotermes gilvus* Hagen (Isoptera: Family Termitidae) after Fungus Infection of *Metarhizium brunneum* Petch]
Muhammad Sayuthi, Teguh Santoso, Idham Sakti Harahap dan Utomo Kastosuwondo......729

REKAYASA EKSPRESI GEN PEMBUNGAAN Hd3a DIBAWAH KENDALI PROMOTER ROL C PADA JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)
[Engineering of Expression of Hd3a Flowering Gene driven by rol C Promoter on Physic nut (*Jatropha curcas* L.)l
Yohana C Sulistyaningsih, Alex Hartana, Utut Widyastuti, Hamim dan Suharsono......737

ANALISIS TEVGKAT PENCEMARAN AIR DENGAN METODE INDEKS PENCEMARAN DI TELUK YOUTEFA, JAYAPURA, PROVINSI PAPUA
[Analyze of Water Pollution Level in Youtefa Bay Jayapura, Papua Using Pollution Indeks Method]
Janviter Manalu, I Wayan Nurjaya, Surjono HS dan Kholil......749

SIFAT PROTEKSI EKSTRAK AIR PANAS TEH {*Camellia sinensis* (LJ Kuntze} HIJAU PADA KHAMER *Candida tropicalis* YANG DEPERLAKUKAN DENGAN PARACETAMOL
[Protection Property of Hot Water Extract of Green Tea {*Camellia sinensis* (LJ Kuntze} on Yeast *Candida tropicalis* Treated with Paracetamol]
Heddy Julistiono......763

INFEKSI *Salmonella enteritidis* PADA TELUR AYAM DAN MANUSIA SERTA RESISTENSINYA TERHADAP ANTIMIKROBA
{*Salmonella enteritidis* infection in chicken eggs and human and its antimicrobial resistance profiles]
Anni Kusumaningsih dan M Sudarwanto 771

IDENTIFIKASI GEN PENYANDI PIREN DIOKSIGENASE PADA ISOLAT BAKTERIPENDEGRADASI PIREN
[Identification of the Piren Dioxygenase Encoding Gene in Bacteria Isolates Degrading Piren]
FA Febria, Jamsari, N Nasir dan N Nurhidayat 781

KAJIAN OZONISASI (O_3) TERHADAP KARAKTERISTIK KUBIS BUNGA *(Brassica oleracea* var. *botrytis)* SEGAR SELAMA PENYIMPANAN PADA SUHU DINGIN
[Evaluation of Ozonization (O_3) on the Characteristics of Fresh Cauliflower {*Brassica oleraceae* var. *botrytis)* during Cold Storage]
AliAsgar, A TSugiarto, Sumartini dan D Ariani 787

POLA KECENDERUNGAN PENANGKAPAN BURUNG-BURUNG LIAR BERNILAI EKONOMIS DAN IMPLIKASI KONSERVASINYA: STUDI KASUS DITANAH GROGOT, KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR
[Capture Trend of Economically Wild Birds and its Conservation Implication: Case Study in Tanah Grogot, Paser District, East Kalimantan Province]
Rachmat Budiwijaya Suba, Aditya Rakhman dan Rustam 797

IDENTIFIKASI *Lernaea* sp. YANG MENGINFEKSI IKAN ARWANA IRIAN {{*Scleropages jardinii* (Saville-Kent, 1892)} DI MERAUKE, JAKARTA, BOGOR DAN DEPOK
[Identification *of Lernaea* sp. which infected Anvana irian fish {*Scleropages jardinii* (Saville-Kent, 1892)} in Merauke, Jakarta, Bogor and Depok]
Dikry N Shatrie, Kurniasih Imamudin, Wisnu Nurcahyo dan Triyanto 807

KERAGAMAN GENETIK HIBRIDA BEBERAPA STRAIN IKAN NILA *(Oreochromis niloticus* Bleeker)
[Genetic Variability of Tilapia {*Oreochromis niloticus* Bleeker) Hybrid]
Rudhy Gustiano, Dinar Soelistyowati, Agung Luthfl Fauzan, dan Otong Zenal Arifin 819

HETEROSIS, HETEROBELTIOSIS DAN TINDAK GEN KARAKTER AGRONOMIK KEDELAI {*Glycine max* (L.) Merrill}
[Heterosis, Heterobeltiosis and Gene Action of the Agronomic Characters in Soybean *(Glycine max* (L.) Merrill]
Ayda Krisnawati dan MM Adie 827

SIMTOMATOLOGI DAN WAKTU KEMATIAN RAYAP *Macrotermes gilvus* Hagen (ISOPTERA: FAMILI TERMITIDAE) SETELAHINFEKSI CENDAWAN *Metarhizium brunneum* Petch[1]
[Symptomatology and Lethal Time of Termite *Macrotermes gilvus* Hagen (Isoptera: Family Termitidae) after Fungus Infection of *Metarhizium brunneum* Petch]

Muhammad Sayuthi[2], Teguh Santoso[3], Idham Sakti Harahap[3] dan Utomo Kastosuwondo[3]**
[2]Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian-Universitas Syiah Kuala, BandaAceh.
[3]Sekolah Pascasarjana-Institut Pertanian Bogor.
*e-mail:say_m2001@yahoo.com

ABSTRACT
The potential of entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum* Petch as biocontrol agent to termite *Macrotermes gilvus* Hagen has been tested in the laboratory. The purpose of this research is to study the symptomatology and lethal time of the termite *M. gilvus* fungus after infection by *M. brunneum.* The density of conidia at 1.21xlO^6/mL showed as effective concentration in causing *M. gilvus* mortality, when compared to 1.08><10^{6}conidia/mL, and control. The infection stage of *M. brunneum* on the host until the death of its host occurred on day 2, and the sporulation of *M. brunneum* on the surface of the host integument occur on day 4. The entire surface of *M. gilvus* was covered by the mycelium and conidia of *M. brunneum* on day 7. Lethal time 50% of termite population of *M. gilvus* (LT_{50}) was achieved in 5 days (5.14), and LT_{95} achieved on day 10 (10.03).

Keyword: Symptomatology, infection, lethal time, *Metarhizium brunneum, Macrotermes gilvus.*

ABSTRAK
Cendawan *Metarhizium brunneum* Petch sebagai agen biokontrol yang berpotensi terhadap rayap *Macrotermes gilvus* Hagen telah **diuji** secara kualitatif di laboratorium. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari simtomatologi dan waktu kematian rayap *M. gilvus* setelah infeksi cendawan *M. brunneum.* Kerapatan konidia l,21><10^6 konidia/mL lebih efektif untuk menghasilkan mortalitas rayap *M. gilvus* dibandingkan l,08><10^6 konidia/mL. Tubuh *M. gilvus* berwarna gelap setelah mengalami kematian akibat infeksi cendawan *M. brunneum.* Miselia mulai menembus permukaan integumen pada hari ke-4 dan pada hari ke-7 seluruh permukaan integumen hampir tertutupi seluruhnya oleh miselia. Mortalitas mulai ditunjukkan pada hari ke-2, dan mortalitas tertinggi dicapai pada hari ke-7. Waktu kematian 50% populasi rayap *M. gilvus* (LT_{50}) dicapai pada 5 hari (5,14), dan LT_{95} dicapai pada hari ke-10 (10,03).

Kata kunci: simtomatologi, infeksi, waktu kematian, *Metarhizium brunneum, Macrotermes gilvus.*

PENDAHULUAN

Rayap *Macrotermes gilvus* Hagen (Isoptera: Famili Termitidae) merupakan salah satu spesies hama penting pada tanaman jarak pagar *(Jatropha curcas* L.). Serangga ini mampu merusak tanaman dari bagian akar hingga permukaan batang tanaman yang dapat mengalami kematian. Serangan hama ini walaupun memiliki intensitas serangan kurang dari 10%, tetapi harus segera dikendalikan agar tidak menjadi epidemi dan menginfeksi tanaman lain (Asbanie?a/.,2007).

Sampai saat ini, pengendalian rayap di Indonesia masih menggunakan termitisida sintetik, seperti blokade 100 EC, lentrek 400 EC dan premise 200 SL (Nandika *et ah* 2003). Akan tetapi, kebutuhan metode pengendalian yang lebih aman dan efektif mulai disadari masyarakat akibat dampak negatif dari penggunaan insektisida sintetik, seperti meningkatnya resistensi hama, terjadinya ledakan populasi hama sekunder, meningkatnya resiko keracunan pada manusia dan hewan ternak, serta bahaya lainnya terhadap manusia dan lingkungan (Butt e? a/., 2001).

Salah satu alternatif pengendalian serangan hama rayap *M. gilvus* yang ramah lingkungan dan mulai banyak dikembangkan adalah penggunaan cendawan entomopatogen (Yoshimura *et al,* 1992; Yoshimura dan Takahashi, 1998; Desyanti, 2007).

'Diterima: 5Juli2011 - Disetujui: 12Agustus2011

Desyanti (2007) telah menunjukkan bahwa isolat lokal cendawan *M. brunneum* efektif dalam mengontrol rayap tanah *Coptotermes* spp. Desyanti (2007) menguji keefektifan cendawan entomopatogen *M. brunneum* dengan kerapatan konidia l,21><10^6/mL dan ternyata hasilnya sangat efektif untuk mengendalikan rayap *Coptotermes gestroi* dan *Coptotermes curvignathus*, dibandingkan beberapa jenis cendawan entomopatogen lainnya seperti *Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana, Fusarium oxysporum,* dan *Aspergillus flavus.*

Penelitian Desyanti (2007) dilakukan sebagai uji awal yang tidak terlalu kuantitatif dan belum memberikan informasi tentang waktu kematian dan simtomatologi. Pada penelitian ini akan dipelajari kecepatan infeksi yang diukur melalui waktu kematian dan simtomatologi rayap *M. gilvus* setelah aplikasi cendawan *M. brunneum* di laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Rayap *M. gilvus*

Serangga yang digunakan dalam penelitian ini adalah rayap *M. gilvus* yang dikoleksi dari Kebun Induk Jarak Pagar (KIJP), Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat. Rayap contoh diambil dari satu koloni sehingga dapat dikatakan berasal dari satu spesies *M. gilvus* (Foto 1). Identifikasi rayap dilakukan berdasarkan karakter morfologi, dengan ciri morfologi utama adalah tubuh agak lebih besar, memiliki 2 jenis kasta prajurit yaitu; mayor (besar) dan minor (kecil). Kasta prajurit mayor kepala berwarna coklat kemerahan, dengan lebar kepala 2,88-3,10 mm. Panjang kepala dengan mandibel 4,80 -5,00 mm. Antena terdiri dari 17 ruas, ruas ketiga sama panjang dengan ruas kedua, ruas ketiga lebih panjang dari ruas keempat. Sedangkan kasta prajurit minor kepala berwarna coklat tua, dengan lebar 1,52-1,71 mm, panjang kepala dengan mandibel 3,07-3,27 mm, panjang kepala tanpa mandibel 1,84-2,08 mm. Antena juga terdiri dari 17 ruas, namun ruas kedua sama panjang dengan ruas keempat (Nandika *et al*- 2003).

Rayap dipelihara dalam cawan petri berisikan kertas kardus sebagai pakan yang telah dilembabkan dengan air steril, kemudian dibungkus dengan kertas koran, dan ditempatkan dalam ruangan gelap yang terhindar dari sinar matahari.

Cendawan *M. brunneum*

Cendawan entomopatogen *M. brunneum* yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Patologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian-Institut Pertanian Bogor (IPB). Cendawan diperbanyak pada media PDA (Potato Dextrose Agar), dengan komposisi 200 g kentang, 20 g dextrose, dan 20 g agar-agar dapur yang dilarutkan dalam 1 liter air. Biakan cendawan ditumbuhkan dalam inkubator pada suhu ± 25°C.

Penyiapan suspensi

Cendawan *M. brunneum* yang digunakan untuk perlakuan adalah cendawan yang berumur 21 hari. Konidia yang terbentuk dikerok dengan kuas halus steril yang dibasahi dengan air steril kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi air steril dengan menambahkan Tween 20 dengan konsentrasi 0,025 ml per 50 ml akuades steril, kemudian suspensinya dikocok menggunakan *vortex* selama 30 detik. Kerapatan konidia *M. brunneum* dihitung menggunakan *haemacytometer* (Neubauer-Improved) untuk mendapatkan kerapatan 1,21xl0^6 konidia/mL. Kerapatan konidia l,21x10^6/mL adalah estimasi LC_{95}yang telah diperoleh Desyanti (2007). Dalam penelitian ini, digunakan juga kerapatan konidia LC_{85} (l,08x 10^6 konidia/mL).

Revirulensi *M. brunneum*

Virulensi dalam penelitian ini adalah kemam-puan *M. brunneum* untuk menimbulkan penyakit terhadap inangnya. Sebagai koleksi laboratorium M *brunneum* telah lama tersimpan, sehingga kemam-

puan untuk menginfeksi inangnya sudah menurun. Oleh karena itu cendawan *M. brunneum* perlu dilakukan revirulensi kembali agar daya patogenisitas terhadap inangnya kembali efektif. Biasanya isolat yang virulen untuk mematikan inangnya membutuhkan waktu lebih cepat, sedangkan yang kurang virulen membutuhkan waktu lebih lama (Tanada dan Kaya, 2003).

Proses revirulensi dilakukan dengan menangkap sejumlah 55 individu rayap *M. gilvus* (50 kasta pekerja dan 5 kasta prajurit). Rayap tersebut dicelupkan ke dalam suspensi konidia *M. brunneum* yang telah disiapkan dalam cawan etri pada kerapatan $1,21 * 10^6$ kom'dia/mL, dan ditempatkan dalam cawan petri lain yang berisikan kertas saring lembab sebagai pakan. Kemudian dibungkus dengan kertas koran agar terlindungi dari cahaya, dan diinkubasi pada suhu kamar selama tiga minggu. Kadaver rayap yang telah terkoloni cendawan M *brunneum* dipindahkan ke tabung reaksi yang telah disterilkan, diisolasi dan dimurnikan pada media PDA. Setelah mendapatkan isolat murni, cendawan diperbanyak untuk penelitian berikutnya.

Uji hayati waktu kematian *{Lethal* 77me=LT).

Percobaan ini terdiri atas tiga perlakuan (l,21xlO^{6}/mL, l,O8xlO^{6}/mL dan kontrol). Tiap perlakuan diulang empat kali. Untuk setiap ulangan dari masing-maisng perlakuan digunakan 55 individu rayap *M. gilvus* (50 kasta pekerja dan 5 kasta prajurit). Rayap dicelupkan ke dalam suspensi cendawan *M. brunneum* selama 4 detik dengan kerapatan konidia telah ditetapkan sebelumnya, kecuali kontrol hanya menggunakan akuades steril (Desyanti, 2007). Setiap unit ulangan dari masing-masing perlakuan disimpan pada suhu kamar antara 26-28°C dengan kelembaban relatif 70%-95% pada kondisi gelap.

Pengamatan dilakukan selama tujuh hari menggunakan mikroskop optik merk Olympus (model CX21FS1) terhadap simtomatologi dan mortalitas rayap, pada hari kelima diamati dengan menggunakan *Scanning Electronic Microscope* (SEM) (JSM 5310 LV, Japan) di Laboratorium Moluska dan Invertebrata Lain, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong.

Analisis Data

Semua data yang diperoleh dilakukan analisis ragam menggunakan program SAS versi 6,12. Bila terdapat perbedaan di antara perlakuan yang diuji maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda (Duncan's Multiple Range Test) pada taraf nyata 0,05. Hubungan kerapatan konidia dengan mortalitas dan waktu aplikasi diduga menggunakan analisis probit (Finney, 1971).

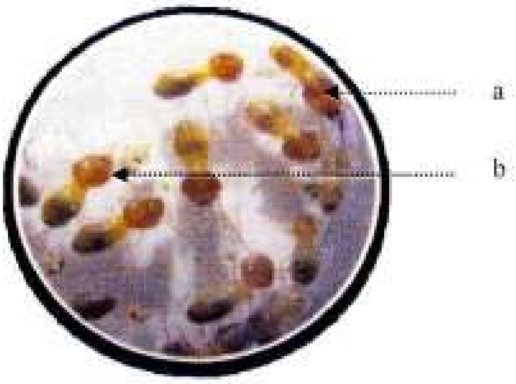


Foto 1. Rayap *Macrotermes gilvus* (a) kasta

Foto 2. Konidia cendawan *M. brunneum* diamati menggunakan mikroskop optik merk Oympus pembesaran (400><).

HASIL

Simtomatologi rayap *M. gilvus* setelah terinfeksi cendawan *M. brunneum.*

Hasil pengamatan aktivitas cendawan *M. brunneum* terhadap rayap *M. gilvus* pada kerapatan 1,21 xlO^{6} konidia/mL dan 1,08* 10^{s} konidia/mL selama hari ke-1 hingga hari ke-7 ditunjukkan dalam (Foto 3).

Mortalitas serangga uji

Konsentrasi letal (LC/Lethal Concentration) adalah konsentrasi yang dapat membunuh suatu populasi organisme dengan jumlah tertentu yang dinyatakan dalam persen (%). Aplikasi cendawan *M. brunneum* dengan kerapatan 1,2 l^{x}10^{6} konidia/ mL dan 1,08x10" konidia/mL efektif untuk menghasilkan mortalitas (Tabel 1).

Waktu kematian *(Lethal Time=hT)*

Lethal Time (LT) adalah waktu yang diperlukan untuk membunuh suatu populasi sejumlah tertentu yang dinyatakan dalam persen (%). Untuk mengetahui hubungan regresi waktu aplikasi dengar. mortalitas menggunakan analisis probit (Finnev 1971).

Persamaan regresi mengindikasikan korelas: positif antara waktu pengamatan dengan mortalitai probit (Gambar 1 dan Gambar 2).

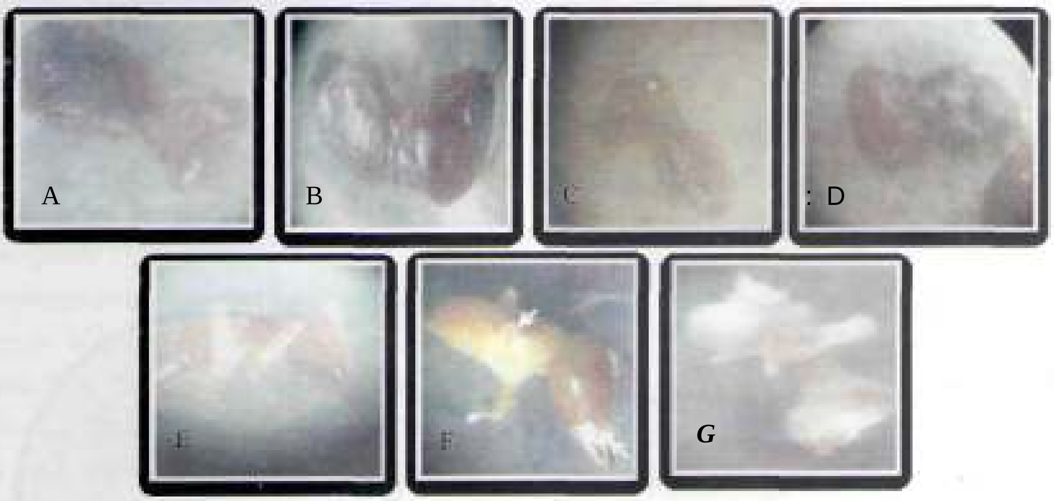


Foto 3. Rayap *M. gilvus* terinfeksi konidia *M. brunneum* mengalami kematian pada hari ke-2 (Gambar A), hari ke-3 (Gambar B, E), hari ke-4 dan 5 (Gambar C, F), dan hari ke-6 dan 7 (Gambar D, G).

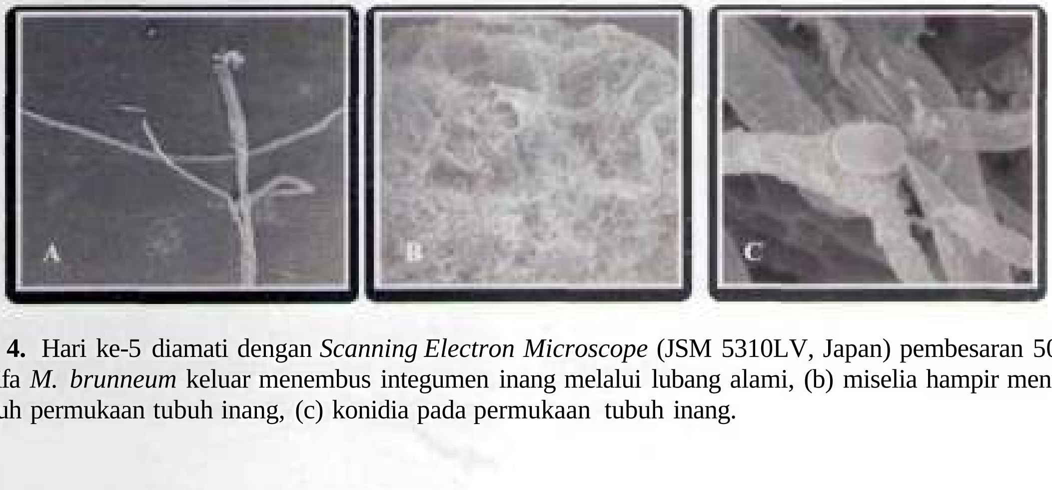


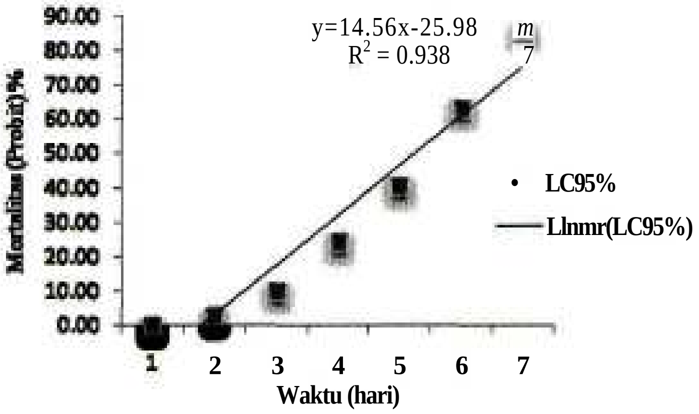
Foto 4. Hari ke-5 diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (JSM 5310LV, Japan) pembesaran 5000*. (a) hifa *M. brunneum* keluar menembus integumen inang melalui lubang alami, (b) miselia hampir menutupi seluruh permukaan tubuh inang, (c) konidia pada permukaan tubuh inang.

Table 1 Mortalitas rayap *M. gilvus* selama 7 hari **setelah** aplikasi cendawan *M. brunneum*

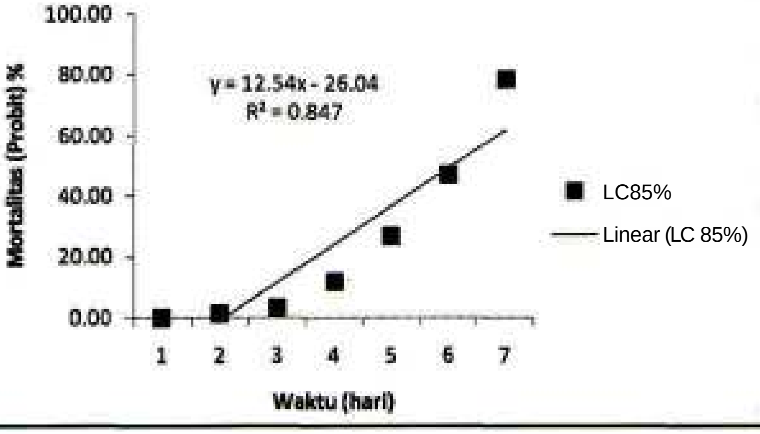
Hari Setelah Perlakuan	Mortalitas (%)		
	LC_{95}	LC_{85}	Kontrol
1	0,00 h	0,00 h	Oh
2	2,71 h	1,35 h	Oh
3	9,99 g	3,17 h	Oh
4	24,08 f	11,83 g	Oh
5	40.44 e	26,81 f	Oh
6	63,17 c	47,26 d	Oh
7	85.45 a	78,63 b	Oh

Tabel2. LT cendawan entomopatogen M *brunneum* seisagai agen hayati terhadapM *gilvus*

Kerapatan konidia	Waktu Kematian (LT) (Hari)	
	LT_{95}	LT_{50}
LT_{95}	10,03	5,14
LT_{85}	10,50	5,87



Gambar 1. Kematian rayap *M. gilvus* selama 7 hari pengamatan akibat perlakuan konidia cendawan *M. brunneum* (LC95)



Gambar 2. Kematian rayap *M. gilvus* **selama** 7 **hari pengamatan akibat perlakuan konidia cendawan *M. brunneum* (LC_{85})**

PEMBAHASAN

Setelah aplikasi cendawan *M. brunneum* terhadap rayap *M. gilvus* pada kerapatan konidia 1,21 x10^6/mL dan 1,08x 10^6 konidia/mL dalam 40 mL suspensi yang dicelupkan selama 4 detik, mengakibatkan rayap *M. gilvus* menjadi terinfeksi dengan gerakan menjadi lambat. *M. gilvus* mulai menunjukkan mortalitas pada hari ke-2. Beberapa saat setelah mengalami kematian warna tubuhnya berubah menjadi gelap terutama pada bagian abdomen (Foto 3A). Data ini mendukung pendapat yang dilaporkan oleh Tanada dan Kaya (1993) di mana inang yang terinfeksi cendawan entomopatogen menjadi kurang aktif, gelisah atau stress. Apabila telah memasuki tahap akhir infeksi, rayap menjadi lemas, tidak aktif bergerak, dan mati. Pada awal kematian, miselia belum kelihatan jelas pada permukaan tubuh inang (Desyanti, 2007). Organ infektif berupa konidia (Foto 2) berperan penting untuk menimbulkan kematian inang dengan cara kontak dan menempel serta berkecambah pada integumen inang, kemudian berpenetrasi serta menginvansi seluruh jaringan tubuh inang menggunakan *apresorium* (hifa penetran) yang masuk ke dalam hemosel, melalui proses mekanis dan kimiawi dengan menghasilkan *enzym* atau *toxin,* kemudian menembus keluar melalui lubang alami (Foto 4A). Menurut Ferron (1985) kematian rayap akibat infeksi konidia cendawan entomopatogen berawal dari inokulasi yaitu kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Kemudian propagul menempel dan berkecambah pada integumen serangga, yang didukung oleh lingkungan optimal dengan menghasilkan suatu kombinasi enzim untuk mempenetrasi tubuh inang.

Pengamatan hari ke-3 miselia belum keluar dan berkecambah pada permukaan integumen inang. Mulai tampak berkecambah pada pengamatan hari ke -4 dan 5 terutama bagian ventral dari abdomen tampak berwarna gelap dan miselia mulai terlihat jelas pada abdomen (Foto 3C). Namun permukaan abdomen belum tertutupi seluruhnya oleh miselia. Miselia mulai tumbuh pada mandibel dan abdomen (Foto 3F). Pengamatan hari ke-5 miselia tampak keluar melalui lubang-lubang alami yang menembus integumen inang menggunakan hifa penetran *(apresorium)* (Foto 4A), hingga konidia tampak seperti bulat lonjong (Foto 4C). Pertumbuhan miselia hampir menutupi seluruh permukaan tubuh inang (Foto 4B).

Pada hari ke-6 pertumbuhan cendawan tidak berbeda nyata dengan pengamatan hari ke-7 yaitu seluruh permukaan integumen inang telah diselimuti oleh miselia berwarna putih. Pertumbuhan miselia pada bagian anterior (mandibel) dan pasterior (abdomen) lebih padat dibandingkan bagian lain (Foto 3F). Permukaan integumen tubuh inang tampak kering, mengkerut dan berwarna gelap khususnya bagian segmen terakhir abdomen yang semakin mengecil (Foto 3D). Hal ini diduga cairan sel dari tubuh inang telah diserap oleh cendawan M *brunneum* hingga menjadi kering dan mengeras seperti mumi. Perkecambahan miselia hanya berlangsung di dalam internal tubuh inang, dan diduga kondisi lingkungan di luar internal tubuh inang kurang optimal. Menurut Ferron (1985) serangga mati dan keras seperti mumi akibat cairan tubuh inang telah diserap oleh cendawan entomopatogen sebagai nutrisi hingga kering. Umumnya serangga sudah mati sebelum proliferasi blastospora (Freimoser *et al.,* 2003). Terjadinya perubahan biokimia dalam hemolimfa terutama kandungan protein, difisiensi nutrien, suatu toksin yang dikeluarkan oleh cendawan *(beauverisin, beauverolid, isarolit* dan asam oksalat) yang membantu merusak jaringan internal tubuh rayap dan menyebabkan terjadinya paralisis dan kematian (Tanada dan Kaya, 1993).

Pengamatan pada hari pertama setelah aplikasi cendawan *M. brunneum* dengan kerapatan konidia l,08xl0^6/mL dan l,21xlO^6 konidia/mL belum mennnjukkan adanya mortalitas. Mortalitas pada populasi rayap mulai tampak pada hari ke-2 untuk setiap perlakuan dan terus meningkat setiap hari pengamatan. Mortalitas tertinggi terjadi pada hari ke-7 untuk setiap kerapatan konidia (l,08><10^6/ mL dan l,21><10^6/mL). Kerapatan konidia 1,21 xio^6/ mL lebih efektif untuk menghasilkan mortalitas dibandingkan kerapatan l,08xl0^{6}konidia/mL. Data ini mendukung pernyataan Neves dan Alves (2004) yang berpendapat bahwa dosis aplikasi dan virulensi dari isolat cendawan sebagai faktor penting untuk menimbulkan mortalitas rayap. Umumnya kematian serangga inang diakibatkan oleh metabolit sekunder berupa *toxin,* seperti *destruxins* yang dikeluarkan oleh cendawan *M. anisopliae* (Amiri-Besheli *et al.,* 2000). Tampaknya jumlah inokulum yang tinggi juga menghasilkan toksin yang banyak sehingga berakibat terhadap mortalitas. Kematian inang akibat infeksi cendawan entomopatogen sangat bervariasi, biasanya terjadi dalam waktu singkat (3 hari), dan selambat-lambatnya 12 hari (Tanada dan Kaya, 1993). Umumnya kematian inang akibat infeksi cendawan entomopatogen terjadi antara 5-8 hari, dan sangat tergantung pada ukuran inangnya.

Persamaan regresi berkorelasi positif antara kerapatan konidia cendawan *M. brunneum* dengan waktu kematian rayap *M. gilvus* (Gambar 1 dan 2). Analisis probit dengan kerapatan konidia kurang lebih LC_{95} dan LC_{85} menunjukkan bahwa untuk menimbulkan mortalitas hingga 50% dibutuhkan waktu 5 hari, dan untuk menghasilkan mortalitas hingga 95% dibutuhkan waktu 10 hari. Aplikasi cendawan *M. brunneum* dengan metode kontak melalui pencelupan selama 4 detik, sangat efektif untuk menghasilkan mortalitas rayap *M. gilvus.* Adanya perbedaan antara nilai LT_{95} dan LT_{50} terhadap tingkat mortalitas inangnya dipengaruhi oleh tingkat kerapatan konidia yang diaplikasikan atau dosis aplikasi, dan virulensi isolat. Menurut Butt *et al.* (2001) kemampuan patogenisitas cendawan entomopatogen untuk menginfeksi inangnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sifat fisiologi cendawan, seperti viabilitas, laju pertumbuhan, kemampuan bersporulasi, metabolit sekunder yang dihasilkan *(enzym* dan *toxin),* serta pengaruh lingkungan.

KESIMPULAN

Kerapatan konidia yang efektif untuk menginfeksi rayap *M. gilvus* adalah l,21xlO^6 konidia/ mL. Mortalitas terjadi mulai hari ke-2, meningkat mencapai angka tertinggi pada pengamatan hari ke-7. Miselia pada tubuh serangga mulai jelas terlihat pada hari ke-4, dan memasuki hari ke-7 seluruh permukaan tubuh rayap hampir tertutupi seluruhnya oleh miselia yang bewarna putih dengan kerapatan konidia l,21xlO^6/mL. Untuk dapat mematikan hingga 50% populasi dibutuhkan waktu 5 hari dan kematian 95% membutuhkan waktu 10 hari.

DAFTAR PUSTAKA

Amiri-Besheli B, B Khambay, S Cameron, ML Deadman and TM Butt. 2000. Inter and intraspecific variation in destruxin production by insect pathogenic *Metharhizium* spp., and its significance to pathogenesis. *Mycological Research* **104(4),** 447-452.

Asbani N, **AM Amir dan Subiyakto. 2007.** Inventarisasi hama tanaman jarak pagar *{Jatropha curcas* L). *Proseding Lokakarya II: Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar* (Jatropha curcas *L),* 7-16. Puslitbang Perkebunan, Bogor.

Butt TM, CW Jackson and N Magan. 2001. *Fungi as Biocontrol Agents; Progres, Problem and Potential.* United Kingdom: CABI Publisbing,CAB International. New York.

Desyanti. 2007. Kajian Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan menggunakan Cendawan Entomopatogen Isolat Lokal. *Disertasi.* Fakultas Pertanian- Institut Pertanian Bogor.

Ferron P. 1985. Pest control by fungi *Beauveria* and *Metarhizi-um.* In: Burgers HD, editor. *Microbial of Pest and Plant Dieseses 1970-1980,* 465-482. London: Academic Press Inc.

Finney DJ. 1971. *Probit Analisis.* 3* Edition. CambridgeUniver-

sitas Press. Cambridge.

Freimoser FM, S Screen, S Bagga. G Huand and RJ St Leger. 2003. Expressed Sequence Tag (EST) analysis of two subspecies of *Metarhizium anisopliae* reveals a plethora of secreted proteins with potential activity in insect hosts. *Microbiology* 149, 239247.

Nandika D, Y Rismayadi and F Diba. 2003. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya.* Muhammadiyah University Press. Surakarta.

Neves PMOJ and SB Alves. 2004. External events related to the infection process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae. Neotropical Entomology* 33(1), 051-056.

Tanada Y and HK Kaya. 1993. *Insect Pathology.*Akademis Press, Inc. New York.

Yoshimura T, K Tsunoda, M Takahashi and Y Katsuda. 1992 Pathogenicity of an entomopathogenous fungus *Conidiobolus coronatus* TYRRELL and MACLEOD to *Coptotermes formosanus* SHIRAKI. *Jpn. J Environ Entomol. Zool.* 4(1), 11-16.

Yoshimura T and M Takahashi. 1998. Termiticidal performace of an entomogenous fungus, *Beauveria brongniartii* (SACCARDO) PETCH in Laboratory Tests. *Jpn. J Environ, Entomol. Zool* 9(1), 16-22.