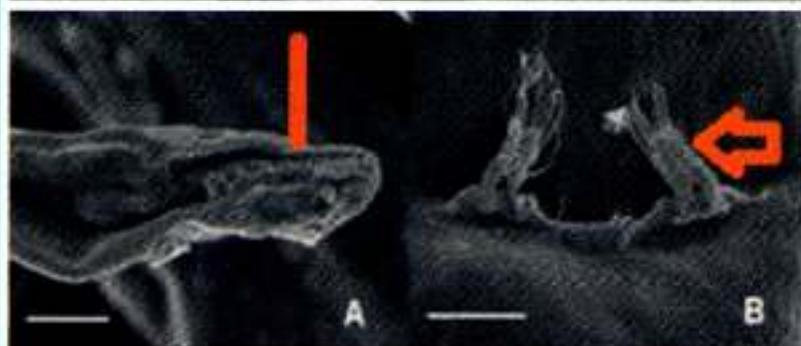
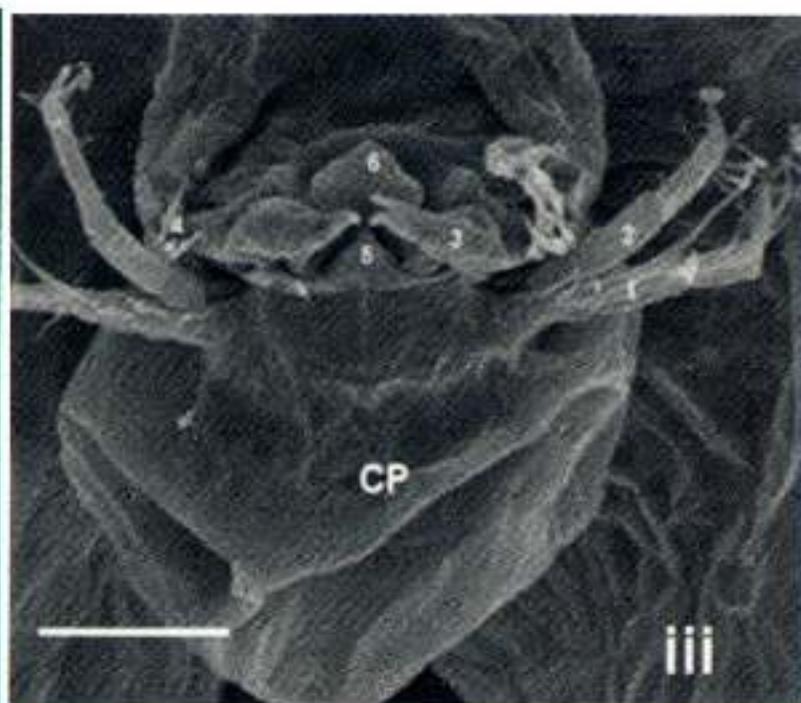


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun 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 Augusta, 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 lampiran 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 antarpeleliti 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 (E1) 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 maka 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 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 Nordenkamp, 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. 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 berdinasi 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 Sulistyono (*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 Mogeia (*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-Kemhumi*)
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. Ingrid 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 {*Solatum tuberosum* L.} VARIETAS GRANOLA**
 [Effect of Balanced Fertilizer on the Growth and Yield of Potato (*Solatum 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 FERMENTASI SEMI PADAT 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.)]
 Yohana C Sulistyarningsih, Alex Hartana, Utut Widyastuti, Hamim dan Suharsono.....737
- ANALISIS TINGKAT 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

<p>INFEKSI <i>Salmonella enteritidis</i> PADA TELUR AYAM DAN MANUSIA SERTA RESISTENSINYA TERHADAP ANTIMIKROBA <i>[Salmonella enteritidis infection in chicken eggs and human and its antimicrobial resistance profiles]</i> <i>Anni Kusumaningsih dan M Sudarwanto</i>.....</p>	771
<p>IDENTIFIKASI GEN PENYANDI PIREN DIOKSIASENASE PADA ISOLAT BAKTERIPENDEGRADASI PIREN <i>[Identification of the Piren Dioxygenase Encoding Gene in Bacteria Isolates Degrading Piren]</i> <i>FA Febria, Jamsari, N Nasir dan N Nurhidayat</i>.....</p>	781
<p>KAJIAN OZONISASI (O₃) TERHADAP KARAKTERISTIK KUBIS BUNGA (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>) SEGAR SELAMA PENYIMPANAN PADA SUHU DINGIN <i>[Evaluation of Ozonization (O₃) on the Characteristics of Fresh Cauliflower (Brassica oleracea var. botrytis) during Cold Storage]</i> <i>AliAsgar, A TSugiarto, Sumartini dan D Ariani</i>.....</p>	787
<p>POLA KECENDERUNGAN PENANGKAPAN BURUNG-BURUNG LIAR BERNILAI EKONOMIS DAN IMPLIKASI KONSERVASINYA: STUDI KASUS DITANAH GROGOT, KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR <i>[Capture Trend of Economically Wild Birds and its Conservation Implication: Case Study in Tanah Grogot, Paser District, East Kalimantan Province]</i> <i>Rachmat Budiwijaya Suba, Aditya Rakhman dan Rustam</i>.....</p>	797
<p>IDENTIFIKASI <i>Lernaea</i> sp. YANG MENGINFEKSI IKAN ARWANA IRIAN (<i>Scleropages jardinii</i> (Saville-Kent, 1892)) DI MERAUKE, JAKARTA, BOGOR DAN DEPOK <i>[Identification of Lernaea sp. which infected Anwana irian fish (Scleropages jardinii (Saville-Kent, 1892)) in Merauke, Jakarta, Bogor and Depok]</i> <i>Dikry N Shatrie, Kurniasih Imamudin, Wisnu Nurcahyo dan Triyanto</i>.....</p>	807
<p>KERAGAMAN GENETIK HIBRIDA BEBERAPA STRAIN IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i> Bleeker) <i>[Genetic Variability of Tilapia (Oreochromis niloticus Bleeker) Hybrid]</i> <i>Rudhy Gustiano, Dinar Soelistyowati, Agung Luthfl Fauzan, dan Otong Zenal Arifin</i>.....</p>	819
<p>HETEROSIS, HETEROBELTIOSIS DAN TINDAK GEN KARAKTER AGRONOMIK KEDELAI (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) <i>[Heterosis, Heterobeltiosis and Gene Action of the Agronomic Characters in Soybean (Glycine max (L.) Merrill)]</i> <i>Ayda Krisnawati dan MM Adie</i>.....</p>	827

HIDROLISIS KITIN MELALUI FERMENTASI SEMI PADAT UNTUK PRODUKSI N-ASETILGLUKOSAMINA¹

[Production of N-acetyl-D-glucosamine by
Submerged Fermentation from Chitin]

Iwan Saskiawan^{K*} dan Rini Handayani

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Jin Raya Bogor Jakarta Km 46, Cibinong 16911

* e-mail: iwansaskiawan@gmail.com

ABSTRACT

N-acetyl-D-glucosamine (GlcNAc), the monomeric unit of polymer chitin has attracted much attention for their therapeutic activity in osteoarthritis. It is mainly produced by acid hydrolysis of chitin which affect the environmental problem because of its acidic wastes. Therefore, it is need to develop the new method for GlcNAc production. The aim of this experiment is to produce GlcNAc by mean of submerged fermentation of chitin. The preliminary study showed that fermentation of chitin by *Aspergillus* sp. 501 produced higher GlcNAc than that of *Saccharomyces* sp. It was 1.39 ng/ml and 1.07 ng/ml. Then the *Aspergillus* sp. 501 was used in optimization of GlcNAc production. The effect of pH and nitrogen course such as bacto peptone, yeast extract, amonium sulfat and urea to GlcNAc production was examined. Then the product of GlcNAc was precipitated by vacuum evaporated and freeze dried. The results showed that the highest of production GlcNAc of 2.228 ng/mL was obtained on pH 4 of medium solid state fermentation using urea as Nitrogen source at 10 days incubation.

Key words: N-acetylglucosamine production, *Aspergillus* sp., submerged fermentation

ABSTRAK

Af-acetyl-D-glucosamine (GlcNAc) adalah struktur monomer dari polimer kitin yang digunakan untuk terapi pengobatan osteoarthritis (nyeri sendi) dan juga digunakan sebagai makanan suplemen. Sintesis senyawa ini dengan menghidrolisis kitin dengan pereaksi asam (HCl) bersifat kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu perlu dikembangkan metode lain untuk memproduksi GlcNAc. Tujuan penelitian ini adalah produksi GlcNAc dengan metode fermentasi semi padat (*submergedfermentation*) menggunakan mikroba yang dapat memproduksi enzim kitinase. Penelitian awal menunjukkan bahwa kapang *Aspergillus* sp. 301 memproduksi GlcNAc yang lebih tinggi dibandingkan dengan yeast *Saccharomyces* sp. yaitu 1,39 mg/ml dan 1,07 mg/ml. Selanjutnya dilakukan optimasi produksi GlcNAc dengan menggunakan *Aspergillus* sp. 501. Kondisi yang dicobakan dalam penelitian ini adalah pH awal media yang meliputi pH 4, 5, 6 dan 7. Selain itu juga dilakukan penggunaan variasi sumber nitrogen yang meliputi bacto pepton, ekstrak khamir, amonium sulfat, dan urea. Senyawa GlcNAc yang diperoleh dari fermentasi kemudian dipekatkan dengan evaporator dan freeze dryer. Produksi GlcNAc tertinggi diperoleh sebanyak 2,228 ug/mL pada media dengan pH awal 4 and sumber nitrogen urea pada hari ke-10.

Kata kunci: N-asetilglukosamina, *Aspergillus* sp., fermentasi semi padat.

PENDAHULUAN

Kitin adalah senyawa polisakarida yang tersusun dari ikatan linear P-1,4 -N-acetyl-D-glucosamina (GlcNAc) dan banyak ditemukan pada exoskeleton hewan-hewan invertebrata serta dinding sel beberapa jenis jamur dan algae sehingga termasuk senyawa yang terbaruai (renewable). Kelimpahan senyawa kitin di bumi diperkirakan sekitar 1 milyar ton pertahun yang menjadikan kitin sebagai senyawa polisakarida nomer dua terbanyak di bumi ini setelah selulosa (Wood dan Kellogg, 1988). Industri perikanan paling banyak memberikan sumbangan untuk kelimpahan kitin melalui limbah

perikanan msalnya seperti udang, kepiting, cumi-cumi dan tiram. Di alam kitin biasanya merupakan senyawa kompleks yang berikatan dengan senyawa lainnya seperti polisakarida atau protein. Senyawa kitin dipisahkan dari senyawa kompleks secara kimiawi, melalui proses deproteinisasi dengan larutan NaOH dan demineralisasi dengan HCl (Carroad dan Tom, 1978; Cosio *et al*, 1982; Setyahadi *et al*, 2006).

Indonesia adalah negara penghasil udang terbesar ke empat di dunia dengan produksi sekitar 590.000 ton pada tahun 2008-2009. Oleh karena itu Indonesia mempunyai potensi sebagai negara

penghasil kitin dan beberapa produk turunannya. Kitin yang terkandung dalam *Crustaceae* berada dalam kadar yang cukup tinggi berkisar 50-60%, sedangkan kulit udang mengandung 14-35% kitin (KKP,2011).

Sebagai struktur monomer dari polimer kitin, GlcNAc banyak digunakan untuk terapi pengobatan osteoarthritis (nyeri sendi) selain juga digunakan sebagai makanan suplemen. Senyawa ini biasanya disintesis secara kimiawi dengan menghidrolisis kitin dengan pereaksi asam (HC1). Metode ini mempunyai banyak kekurangan beberapa antara lain adalah tidak ramah lingkungan, hasil yang diperoleh sangat rendah dan sulit dikontrol (Sashiwa *et al*, 2002). Saat ini metode sintesis GlcNAc dari kitin secara enzimatik telah dikembangkan dengan menggunakan beberapa enzim seperti enzim kitinase (Sashiwa *et al*, 2002) dan lisozim (Aiba, 2009).

Salah satu mikroba penghasil enzim kitinase adalah kapang dari jenis *Aspergillus*. Yurnaliza (2002) menyatakan bahwa kitinase pada jamur memiliki aktivitas eksokitinase dan endokitinase yang mampu mendegradasi kitin. Penelitian yang dilakukan oleh para peneliti di Kelompok Penelitian Biokimia Mikroba, Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI menunjukkan bahwa kapang *Aspergillus* sp. 501 memiliki aktivitas eksokitinase yang bersifat ekstraseluler (Widhyastuti, 2007). Sedangkan bakteri *Streptomyces* sp. mampu menghasilkan enzim endokitinase (Widhyastuti *et al*, 2007). Penelitian ini bertujuan mencari kondisi optimum produksi GlcNAc dari kitin secara enzimatik dengan menggunakan enzim kitinase dari kapang *Aspergillus* sp. 501 maupun bakteri *Streptomyces* sp. melalui fermentasi substrat semi padat. Produksi GlcNAc diharapkan dapat diperoleh secara optimal melalui rekayasa substrat untuk memacu pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. 501.

BAHAN DAN CARA KERJA

Peremajaan Kultur

Kapang *Aspergillus* sp. 501 yang merupakan koleksi Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi LIPI ditumbuhkan dalam media agar miring *Potato Dextrose Agar* (PDA). Sedangkan bakteri *Streptomyces* sp. ditumbuhkan pada media *Yeast Starch Agar* (YSA). Kemudian hasil peremajaan diinkubasi pada suhu 28°C selama 2-3 hari. Untuk pemanenan spora, sebanyak 3 ml akuades steril yang ditambahkan tween sebanyak 0.1% (v/v) dimasukkan ke dalam kultur pada agar miring. Spora dikorek dengan ose dan diencerkan dengan akuades steril yang ditambahkan tween hingga mencapai nilai OD 0,5. Pengukuran OD dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada A, 600 run.

Produksi GlcNAc

Produksi GlcNAc dilakukan melalui proses fermentasi semi padat (Rattanakit *et al.*, 2002). Dalam penelitian ini produksi GlcNAc dilakukan dengan 3 sistem fermentasi dengan menggunakan inokulan mikroba yang berbeda. Inokulan tersebut adalah *Aspergillus* sp. 501, *Streptomyces* sp. dan campuran keduanya. Sebanyak 2% (v/v) kultur mikroba inokulan diinokulasikan ke dalam 50 mL media kitin (Wang *et al.*, 2002) yang terdiri atas kitin 2% (b/v), $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 0,1 % (b/v), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,05 % (b/v), sumber nitrogen 0.1% (b/v), glukosa 2% (b/v), dan akuades. Kemudian media kitin tersebut diinkubasi pada inkubator *shaker* pada suhu ruang (28°C) selama 15 hari dengan pengambilan sampel pada hari ke- 0, 3, 6, 9, 12 dan 15. (Wulandari, 2008).

Selanjutnya dilakukan optimasi produksi GlcNAc dengan inokulan *Aspergillus* sp. 501 pada media yang mengandung berbagai sumber nitrogen yaitu urea, amonium sulfat, bakto pepton, dan ekstrak khamir. Hasil produksi GlcNAc kemudian

dipekatkan konsentrasinya menggunakan evaporator pada suhu 50°C dan *freeze dryer*.

Analisa Kualitatif GlcNAc dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Sampel yang diambil pada hari ke-0,3, 6, 9, 12 dan 15 disentrifuse pada kecepatan 10.000 g selama 5 menit. Supernatan yang diperoleh kemudian diuji secara kualitatif dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), dengan fase gerak dan fase diam silika gel. Sebanyak 20 µL sampel ditetaskan pada lempeng silika gel. Spot yang terbentuk kemudian dikeringkan dengan hair dryer. Setelah kering lempeng silika gel dimasukkan dalam wadah khusus yang sebelumnya telah diisi dengan larutan pengembang yang terdiri dari butanol, asam asetat dan air dengan perbandingan 9:3:3, dan diamati kenaikan larutannya hingga mencapai bagian atas dari plat silika gel tersebut. Selanjutnya plat silika gel dikeringkan dalam oven dengan suhu 120°C selama 1 jam. Setelah itu lempeng silika gel dikeluarkan dari oven dan dilakukan penyemprotan dengan H₂SO₄20% hingga merata dan diovenkan kembali dengan suhu 150°C selama 5-10 menit.

Analisis Kuantitatif GlcNAc dengan metode Reissigefaf. (1955)

Sebanyak 0,25 mL supernatan dari sampel ditambahkan kalium tetraborat pH 9,1 sebanyak 0,05 mL untuk mengikat GlcNAc. Larutan direndam dalam air mendidih selama 3 menit untuk mempercepat reaksi pengikatan antara kalium tetraborat dengan GlcNAc. Setelah dingin, ditambahkan reagent p-dimetilaminobenzaldehida (DMAB) sebanyak 1,25 ml lalu dengan segera diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 menit. Selanjutnya, absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 584 nm. Untuk kurva standar, konsentrasi standar GlcNAc yang digunakan adalah 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 (µg/ml).

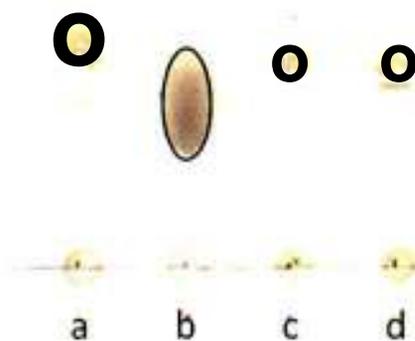
Analisis GlcNAc dengan High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

Kandungan GlcNAc dalam sampel dianalisis dengan HPLC (Shimadzu model LC20AB) menggunakan kolom C18. Fase gerak yang digunakan adalah asetonitril:air (70:30, v/v) dengan rata-rata aliran 1 mL/menit dan suhu ruang (Kuk *et al.*, 2005). Produk diidentifikasi menggunakan detektor UV pada panjang gelombang 230 nm.

HASIL

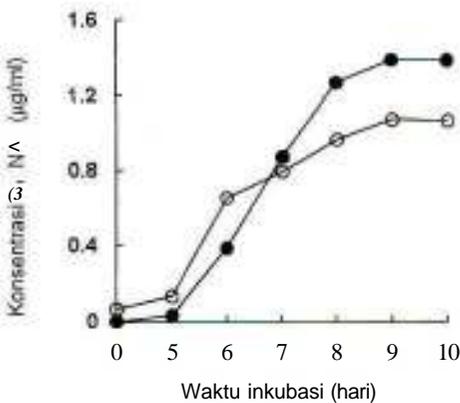
Produksi GlcNAc pada media semipadat

Analisa kualitatif produksi GlcNAc pada fermentasi kitin oleh biak *Aspergillus* sp. 501 dan *Streptomyces* sp. dengan Kromatografi Lapis Tipis menunjukkan adanya spot yang diindikasikan sebagai GlcNAc apabila dibandingkan dengan spot pada standar GlcNAc (Gambar 1). Selanjutnya dilakukan analisa kuantitatif produksi GlcNAc oleh biak *Aspergillus* sp. 501 dan *Streptomyces* sp. Sampai dengan hari ke 6 produksi GlcNAc oleh biak *Streptomyces* sp. lebih tinggi (0,65 µg/ml)



Gambar 1. Kromatografi Lapis Tipis hasil reaksi hidrolisis dengan menggunakan biak *Aspergillus* sp. 501 dan *Streptomyces* sp. (a: larutan standar GlcNAc, b: campuran reaksi pada awal inkubasi, c: campuran reaksi *Aspergillus* sp. 501 dan d: campuran reaksi *Streptomyces* sp. A813 masing-masing setelah 3 hari inkubasi).

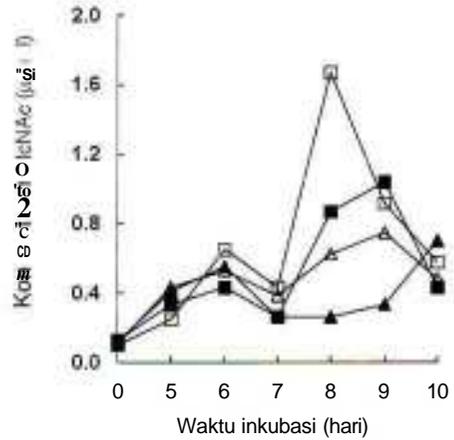
dibandingkan dengan *Aspergillus* sp. 501 (0,39ug/ml). Setelah hari ke 6 produksi GlcNAc oleh *Aspergillus* sp. 501 lebih tinggi dibandingkan produksi GlcNAc oleh *Streptomyces* sp. yaitu mencapai tertinggi 1,49 ug/1 pada hari ke 9 (Gambar 2). Dari hasil ini, fermentasi kitin untuk optimasi produksi GlcNAc oleh biak *Aspergillus* sp. 501 dilanjutkan melalui pengaruh pH awal dan sumber nitrogen yang berbeda.



Gambar 2. Produksi GlcNAc melalui fermentasi

Pengaruh pH awal media kitin pada produksi GlcNAc

Optimasi produk GlcNAc dilakukan dengan mengatur pH awal media kitin pada nilai 4,0, 5,0, 6,0 dan 7,0. Optimasi pH ini dimaksudkan untuk memacu pertumbuhan *Aspergillus* sp. 501 sehingga mampu menghidrolisis kitin menjadi GlcNAc dengan enzim kitinase yang dihasilkan. Hasil produksi GlcNAc pada berbagai tingkatan nilai pH diperlihatkan pada Gambar 3. Produksi GlcNAc tertinggi terjadi pada media kitin yang memiliki pH awal 4,0 yaitu 1,67 ug/mL pada hari ke-8, diikuti pH 5,0, 6,0 dan 7,0 masing-masing 0,86 mg/mL, 0,62 mg/mL dan 0,26 mg/mL. Produksi GlcNAc pada berbagai pH awal yang berbeda menunjukkan pola



Gambar 3. Pengaruh pH pada produksi GlcNAc (•) pH 4, (◦) pH 5, (Δ) pH 6, (◻) pH 7

yang hampir sama yaitu mencapai puncaknya pada hari ke 8 dan 9 kemudian mengalami penurunan, kecuali produksi GlcNAc dengan pH awal 7.

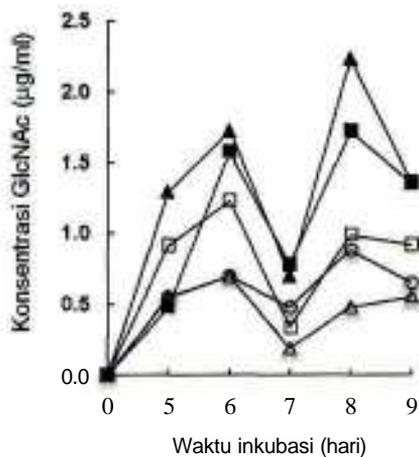
Selama proses fermentasi terjadi penurunan nilai pH pada media yang dapat dilihat pada Tabel 1. Pada hari ke tujuh seluruh media cenderung mengalami penurunan pH menjadi 3,0 dan stabil hingga hari ke-10.

Pengaruh Sumber Nitrogen (N) pada Produksi GlcNAc

Hasil produksi GlcNAc pada media fermentasi semipadat dengan menggunakan sumber N yang berbeda diperlihatkan pada Gambar 4. Produksi GlcNAc tertinggi diperoleh pada media dengan urea sebagai sumber N yaitu 2,228 ug/mL pada hari ke-9. Produksi GlcNAc pada media dengan urea sebagai sumber N meningkat pada hari ke-6, kemudian menurun pada hari ke-7 dan meningkat kembali hingga mencapai maksimal pada ke-8. Pola produksi seperti ini juga terjadi pada media dengan sumber N ekstrak khamir dan bakto pepton. Sedangkan media tanpa penambahan sumber N menunjukkan hasil produksi GlcNAc yang lebih rendah dibandingkan dengan media dengan

Tabel 1. Perubahan pH selama proses fermentasi semipadat pada berbagai pH awal yang berbeda

pHawal	Waktu inkubasi (hari)							
	0	5	6	7	8	9	10	
pH4	4,0	3,3	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	
pH5	5,0	3,5	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	
pH6	6,0	4,2	3,7	3,1	3,0	3,0	3,0	
pH7	7,0	4,7	3,9	3,2	3,0	3,0	3,0	

**Gambar 4.** Pengaruh sumber N pada produksi GlcNAc. (D) bacto pepton, (•) ekstrak khamir, (A) amonium sulfat, (A) urea, (o) tanpa sumber N.

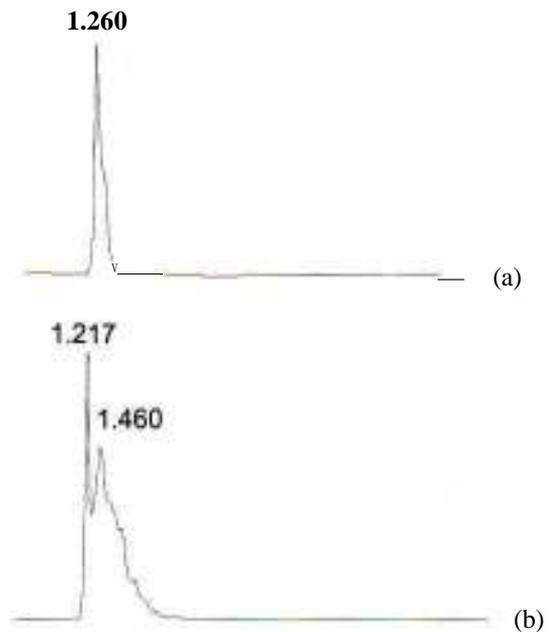
penambahan sumber N.

Pemekatan Konsentrasi GlcNAc dari Hasil Fermentasi

Senyawa GlcNAc yang diperoleh dari hasil fermentasi semi padat dikumpulkan melalui pemekatan. Proses pemekatan pada umumnya dilakukan dengan ultrafiltrasi. Tujuan pemekatan ini adalah untuk memudahkan isolasi GlcNAc dari ekstrak fermentasi. Dalam penelitian ini konsentrasi GlcNAc dipekatkan menggunakan evaporator dan *freeze dryer*. Hasil pemekatan yang diperoleh berupa larutan kental berwarna coklat kekuningan. Hasil pemekatan dari *freeze dryer* diperoleh berupa serbuk berwarna coklat dan setelah dilarutkan menggunakan buffer diperoleh larutan berwarna kuning pekat.

Analisis dengan metode Reissig (1955) pada X 584 run menunjukkan OD larutan setelah dipekatkan 0,126 sedangkan sebelum dipekatkan 0,33. Akan tetapi, ekstrak fermentasi yang dipekatkan setelah ditambahkan Kalium tetraborat dan DMAB menghasilkan warna kuning coklat. Hal ini menyebabkan panjang gelombang maksimum sampel dalam metode Reissig berubah. (data tidak ditampilkan).

Hasil analisis HPLC menunjukkan adanya puncak (*peak*) yang memiliki waktu retensi (*Rt*) sama dengan standar GlcNAc yaitu 1,2 (Gambar 5.). Hal ini mengindikasikan adanya GlcNAc dalam

**Gambar 5.** Hasil analisis HPLC. (a) Standar GlcNAc 1000 ppm; (b) Sampel hasil fermentasi.

ekstrak fermentasi. Namun selain puncak tersebut, juga terdapat puncak yang berdekatan dengan puncak GlcNAc dengan Rt 1,4 dan beberapa puncak lainnya. Puncak ini merupakan oligomer hasil hidrolisis dari kitin selama fermentasi.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini produksi GlcNAc dilakukan dengan metode fermentasi semi padat. Metode ini biasanya digunakan untuk proses fermentasi oleh mikroba yang menghasilkan ekstraseluler enzyme. Bakteri *Streptomyces* sp, dan kapang *Aspergillus* sp. 501 diuji kemampuannya dalam menghidrolisis kitin untuk memproduksi GlcNAc. Biak tersebut masing-masing diinokulasikan dalam media kitin dan diharapkan mampu memproduksi enzim kitinase yang bersifat ekstraseluler sehingga dapat menghidrolisis kitin menjadi GlcNAc yang larut dalam ekstrak dari hasil fermentasi. Media kitin yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang berbentuk lembaran dengan penambahan beberapa senyawa yang berfungsi sebagai penyedia unsur-unsur mineral dan mikro nutrien lain yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri *Streptomyces* sp. dan kapang *Aspergillus* sp. 501. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kapang *Aspergillus* sp. 501 mampu memproduksi GlcNAc yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri *Streptomyces* sp. Kapang *Aspergillus* sp. 501 selanjutnya digunakan untuk penelitian optimasi media kitin untuk produksi GlcNAc.

Pada media fermentasi dengan pH 4,0 diperoleh hasil produksi GlcNAc tertinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rattanakit *et al.* (2002), bahwa produksi GlcNAc tertinggi diperoleh melalui fermentasi substrat padat dengan ekstrak enzim dari *Aspergillus* sp. berturut-turut pada nilai pH 4,0, 5,0, 6,0 dan 7,0. Produksi

GlcNAc tertinggi terjadi pada pH 4,0 disebabkan pada media pH 4,0 merupakan kondisi yang cocok untuk pertumbuhan *Aspergillus* sp. 501. Selain itu, Yurnaliza (2002) menyatakan bahwa kitinase bersifat aktif pada pH asam. Selama proses fermentasi terjadi penurunan nilai pH pada media. Pada waktu inkubasi 5 hari seluruh media dengan pH awal yang berbecha cenderung mengalami penurunan menjadi pH 3C dan stabil hingga hari ke-10. Penurunan pH ini disebabkan adanya aktivitas ekstraseluler pada *Aspergillus* sp. 501 yang mengeluarkan senyawa-senyawa asam selama pertumbuhan seperti asam piruvat dan asam asetat sebagai metabolit sekunder (Pelczar dan Chan 1986).

Hasil produksi GlcNAc tertinggi diperoleh pada waktu inkubasi 8 hari. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wulandari (2008). Lamanya waktu inkubasi ini disebabkan karena kitin masih berbentuk lembaran sehingga untuk menghidrolisis kitin menjadi GlcNAc membutuhkan waktu yang lama. Suhu inkubasi yang digunakan adalah suhu ruang yang merupakan suhu paling baik untuk *Aspergillus* sp. 501 dalam memproduksi enzim kitinase. Setelah 8 hari inkubasi, media semi padat yang mengandung kitin tampak jernih yang menunjukkan bahwa kitin telah dihidrolisis menjadi GlcNAc.

Sumber N dari urea dalam fermentasi semipadat merupakan sumber N yang paling bagus untuk produksi GlcNAc dibandingkan dengan sumber N dari bacto pepton, yeast ekstrak dan amonium sulfat. Menurut Widhyastuti *et al.* (2007) sumber N yang paling baik untuk produksi enzim kitinase adalah polipepton dan urea dengan aktivitas masing-masing adalah polipepton ($7,602 \times 10^{12}$ U/mL) dan urea ($7,558 \times 10^{12}$ U/mL).

Berbeda dengan sumber N lainnya, amonium sulfat yang merupakan sumber N anorganik memperlihatkan produksi GlcNAc paling rendah. Selama 9 hari inkubasi, produksi GlcNAc dengan

ammonium sulfat sebagai sumber N menunjukkan hasil yang rendah dibandingkan dengan media fermentasi dengan sumber N yang lain. Rendahnya produksi GlcNAc pada media yang mengandung amonium sulfat bisa disebabkan karena amonium sulfat dapat membebaskan amonia yang bersifat toksik sehingga dapat menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. 501. Nuraida *et al.* (2005) melaporkan bahwa *yield* biomassa *Aspergillus* sp. pada media yang mengandung amonium sulfat memiliki kisaran yang kecil dibandingkan *yield* biomassa *Aspergillus* sp. pada media yang mengandung pepton dan ekstrak khamir. Semakin meningkat konsentrasi amonium sulfat dalam media, *yield* biomassa *Aspergillus* sp. yang dihasilkan semakin kecil. Pada media semipadat kitin tanpa penambahan sumber N dihasilkan GlcNAc yang relatif rendah dibandingkan dengan penambahan sumber N. Kitin yang memiliki rumus empiris $C_6H_6CNHCOCH_3$ hanya mengandung campuran murai 6,9% nitrogen (Pasaribu, 2004). Kecilnya kandungan nitrogen dalam kitin tersebut menyebabkan pertumbuhan *Aspergillus* menjadi terganggu dan aktivitas enzim kitinase yang dihasilkan rendah, sehingga produksi GlcNAc juga rendah.

Konsentrasi optimum GlcNAc yang dihasilkan dalam penelitian ini sangat rendah yaitu 2,228 $\mu\text{g/mL}$. Hasil ini lebih rendah dari produksi GlcNAc yang diperoleh dengan menggunakan enzim kasar dari *Aeromonas hydrophila* (Sashiwa *et al.*, 2002). Sintesis GlcNAc dengan menggunakan enzim kitinase biasanya memperoleh hasil yang lebih tinggi dibandingkan metode secara seluler dengan menumbuhkan mikroba penghasil kitinase pada media kitin. Akan tetapi biaya yang diperlukan pada metode yang pertama lebih mahal karena harus melakukan isolasi dan purifikasi enzimnya terlebih

dahulu. Selain itu rendahnya produksi GlcNAc juga disebabkan karena kitin yang digunakan dalam penelitian ini berupayfa&e.

Senyawa GlcNAc yang diperoleh dari fermentasi dapat dikumpulkan dengan memekatkan konsentrasi GlcNAc. Proses pemekatan pada umumnya dilakukan dengan ultrafiltrasi. Tujuan pemekatan konsentrasi ini adalah untuk memudahkan isolasi GlcNAc dari ekstrak fermentasi. Aiba (2009) melakukan isolasi GlcNAc melalui presipitasi menggunakan etanol absolut diperoleh 43% GlcNAc. Setthakaset *et al.* (2008) dengan cara yang sama diperoleh 65% GlcNAc. Warna coklat yang dihasilkan dari proses pemekatan merupakan hasil samping dari fermentasi kitin oleh *A. rugulosus* 501. Selama fermentasi kapang *A. rugulosus* 501 tidak hanya melepaskan enzim kitinase tetapi juga senyawa lain berupa metabolit sekunder (Pelczar dan Chan 1986). Kemungkinan lainnya adalah sebagian besar kitin masih dihidrolisis dalam bentuk oligomer dan belum terhidrolisis sempurna menjadi GlcNAc. Hal itu bisa dilihat dari analisa HPLC yang menunjukkan banyaknya puncak (*peak*) yang muncul setelah puncak GlcNAc.

KESIMPULAN

Produksi GlcNAc tertinggi dengan menggunakan fermentasi semi padat oleh kapang *Aspergillus* sp 501 sebanyak 2,228 $\mu\text{g/mL}$ diperoleh pada media kitin dengan pH awal 4 dan sumber nitrogen urea pada hari ke-9. Penelitian optimasi fermentasi semipadat media kitin masih perlu dilakukan untuk memperoleh hasil GlcNAc yang lebih tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai dengan dana DIPA Tematik Pusat Penelitian Biologi-LIPI Tahun Anggaran 2009-2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiba S. 2009.** Chemical and enzymatic modification of chitin and chitosan towards functional materials. *Laporan Penelitian*. Ibaraki: Environmentally Degradable Polymer Research Group, Institute for Biological Resources and Functions-AIST.
- Carroad PA and RA Tom. 1978.** Bioconversion of shellfish chitin wastes: process conception and selection of microorganisms. *Journal of Food Science* **43**,1158-1161.
- Cosio IG, RA Fisher and PA Carroad. 1982.** Bioconversion of shellfish chitin waste: waste pretreatment, enzyme production, process design, and economic analysis. *Journal of Food Science* **47**,901-905.
- Hadioetomo RS, T Imas, SS Tjitrosomo dan SL Angka. 1988 (Penerjemah).** Dasar-dasar Mikrobiologi. UI Press, Jakarta. Terjemahan dari M J Pelczar and ECS Chan. *Elements of Microbiology*.
- KKP [Kementerian Kelautan dan Perikanan]. 2011.** *Data Pokok Kelautan dan Perikanan 2010*. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2011.
- Kuk, JH, WJ Jung, GH Jc, YC Kim, KY Kim and RD Park. 2005.** Production of N-acetyl-P-D-glucosamine from chitin by *Aeromonas* sp. GJ-18 crude enzyme. *Applied Microbiology and Biotechnology* **68**, 384-389
- Nuraida L, Sugiyono, N Didah dan SP Nurheni. 2005.** Produksi lipase *Aspergillus* sp. dengan teknik imobilisasi. [Laporan Penelitian]. Bogor: IPB Press.
- Pasaribu N. 2004.** Berbagai ragam pemanfaatan polimer. <http://library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-nurhaida.pdf> [28 Juni 2008].
- Rattanakit N, Y Shigekazu, W Mamoru, P Abhinya, and T Takashi. 2002.** Saccharification of chitin using solid-state culture of *Aspergillus* sp. SI-13 with shellfish waste as a substrate. *Journal of Bioscience and Bioengineering* **95**, 391-396
- Reissig JL, JL Strominger dan FA Leloir. 1955.** A modified colorimetric method for the estimation of N-acetyl amino sugars. *Journal of Biological Chemistry* **217**,959-966.
- Sashiwa H, S Fugishima, N Yamano, A Nakayama, E Muraki, K Hiraga, K Oda and S Aiba. 2002.** Production of N-acetyl-D-glucosamine from a-chitin by crude enzymes from *Aeromonas hydrophyla* H-2330. *Carbohydrate Research* **337**, 761-763.
- Setthakaset P, P Rath, A Anawat and S Mongkol. 2008.** Preparation of TV-acetyl-D-glucosamine using enzyme from *Aspergillus* sp.. *Journal of Metals, Materials and Minerals* **18**, 53-57.
- Setyahadi S. 2006.** Pengembangan produksi kitin secara mikrobiologi. Dalam: Prospek produksi dan aplikasi kitin-kitosan sebagai bahan alami dalam membangun kesehatan masyarakat dan menjamin keamanan produk. *Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan*, 33-51. Bogor, Me; 2006. Departemen Teknologi Hasil Perairan-Institut Pertanian Bogor
- Wang SL, IL Shih, TW Liang and CH Wang. 2002.** Purification and characterization of two antifungal chitinases extracellularly produced by *Bacillus amyloliquefaciens* V656 in a shrimp and crab shell powder medium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**, 2241-2248.
- Widhyastuti N. 2007.** Produksi kitinase ekstraseluler *Aspergillus rugulosus* 501 secara optimal pada media cair. *Berita Biologi* **8**(6), 547-553.
- Widhyastuti N, I Saskiawan, B Sunarko, R Handayani, A Hastuti, E Naiola, Y Soedaryati, Kasirah dan N Setianingru. 2007.** Purifikasi dan karakterisasi enzim kitinase dari biak Aktinomisetes. *Laporan Teknik Pusat Penelitian Biologi-LIPI*, 991-1015. DIPA Tahun Anggaran 2007.
- Wood WA and ST Kellog. 1988.** Biomass Part B: Lignin, pectin, and chitin. *Methods Enzymology* **161**, 505-514.
- Wulandari F. 2008.** Optimasi produksi N-asetilglukosamina dari kitin melalui fermentasi oleh *Aspergillus rugulosus* 501 dan *Streptomyces* sp. *Laporan Praktik Lapangan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam-Institut Pertanian Bogor.
- Yurnaliza. 2002.** Senyawa kitin dan kajian aktivitas enzim mikrobial pendegradasinya. <http://library.usu.ac.id/download/fmipa/BiologiYurnaliza.pdf> [FOS. Mi 2008].