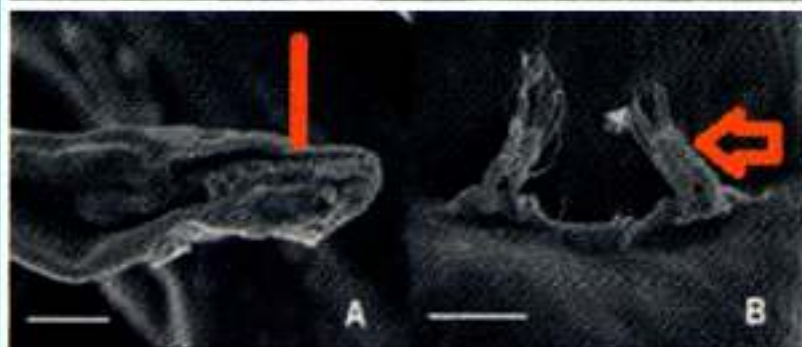
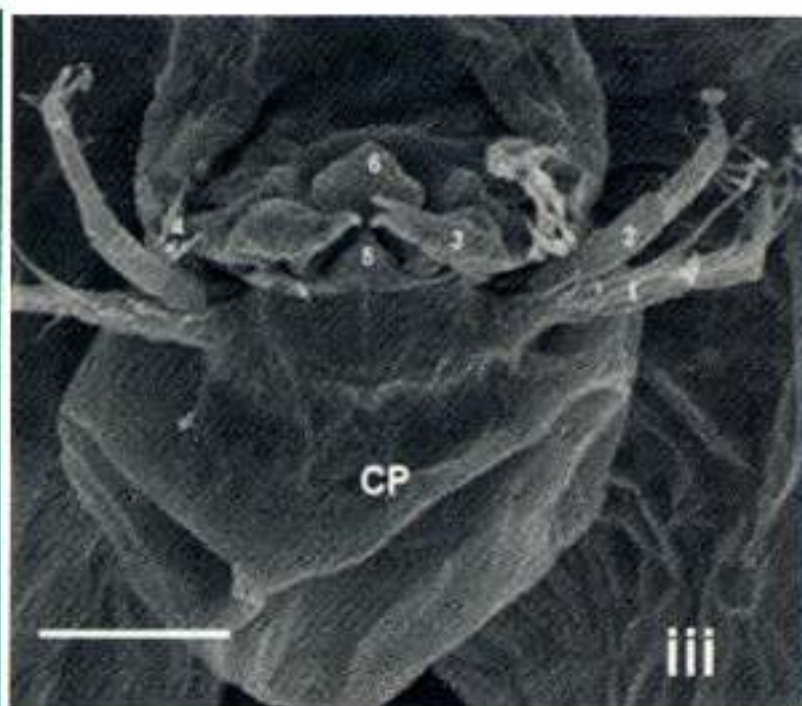


Berita Biologi

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 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 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 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 (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**KORELASI ANTAR-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</i> infection in chicken eggs and human and its antimicrobial resistance profiles] <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 oleraceae</i> var. <i>botrytis</i>) during Cold Storage] <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</i> (Saville-Kent, 1892)) in Merauke, Jakarta, Bogor and Depok] <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</i> Bleeker) Hybrid] <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</i> (L.) Merrill)] <i>Ayda Krisnawati dan MM Adie</i>.....</p>	827

IDENTIFIKASI GEN PENYANDI PIREN DIOKSIGENASE PADA ISOLAT BAKTERI PENDEGRADASI PIREN¹

[Identification of the Piren Dioxygenase Encoding Gene in Bacteria Isolates Degrading Piren]

FA Febria^{2H*}, Jamsari², N Nasir² dan N Nurhidayat³

²Universitas Andalas; ³Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI Cibinong
"e-mail: febriafa@yahoo.com

ABSTRACT

The pyrene dioxygenase coded by gene is an indicator of bacterial isolates capabilities in pyrene degradation. The encoded gene of pyrene dioxygenase can be amplified and detected in *Pseudomonas* sp. PyrA2 and *Burkholdria* sp. PyrA4 isolates, using primary specific Diox which designed based on PhdF gene sequence, the coding gene of pyrene dioxygenase in *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1. The sequence alignment of pyrene dioxygenase putative gene in both of bacterial isolates with the sequence of pyrene dioxygenase coding gene in *M. vanbaalenii* PYR-1 shows the similarity percentage of 41 % and 42% with *Pseudomonas* sp. PyrA2 and *Burkholdria* sp. PyrA4.

Key words: Bacteria, piren, degradation, putative genes, piren dioxygenase, specific primers, amplification.

ABSTRAK

Piren dioksigenase yang disandikan oleh suatu gen merupakan indikator kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi piren. Gen penyandi piren dioksigenase dapat diamplifikasi dan terdeteksi pada isolat *Pseudomonas* sp. PyrA2 dan *Burkholdria* sp. PyrA4 menggunakan primer spesifik Dioks yang didesain berdasarkan sekuen gen PhdF penyandi piren dioksigenase pada *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1. Penjajaran sekuen gen putatif piren dioksigenase pada kedua isolat bakteri dengan sekuen gen penyandi Piren dioksigenase pada *M. vanbaalenii* PYR-1 menunjukkan persentase kesamaan sebesar 41% dan 42% pada *Pseudomonas* sp. PyrA2 dan *Burkholdria* sp. PyrA4.

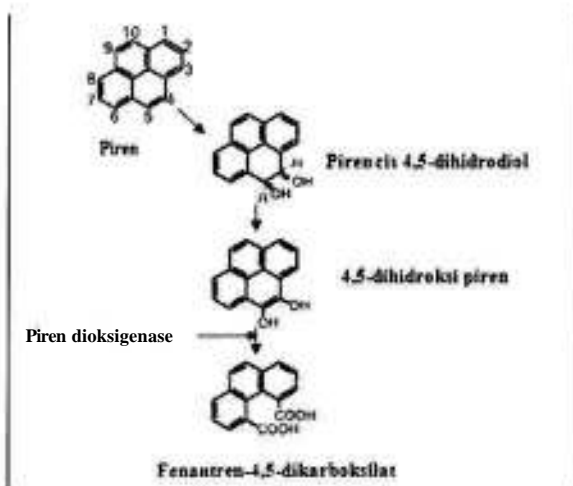
Kata kunci: Bakteri, piren, degradasi, gen putatif, piren dioxygenase, primer spesifik, amplifikasi

PENDAHULUAN

Piren merupakan kelompok polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) dengan empat cincin aromatik yang kompleks lebih sulit didegradasi atau rekalsitran, persisten di lingkungan, hidrofobik, berasosiasi dengan tanah dan sedimen, lipofilik dan berpotensi terakumulasi melalui rantai makanan (Hilyard *et al.*, 2008; Riccardi *et al.*, 2005; Krivobok *et al.*, 2003). Kepmen LH No.128 tahun 2003 menetapkan Piren sebagai salah satu daftar bahan pencemar. Badan Perindungan Lingkungan Amerika (EPA) memasukkan Piren dalam daftar zat berbahaya dan beracun. Data toksisitas piren pada beberapa penelitian menunjukkan mutagenesis essay pada *Salmonella typhimurium* 300 ng/plat, *lethal dosis* (LD₅₀) melalui oral pada tikus 800 mg/kg, *lethal dosis* (LD₅₀) dan *lethal concentration* (LC₅₀) 170mg/m³ melalui inhalasi pada tikus (Sax dan Lewis, 1989).

Terkait uraian diatas, sayangnya bahaya Piren

tidak diketahui banyak orang. Kajian mengenai bio-transformasi Piren pun belum dipahami dengan baik dilihat dari sedikit data yang telah dipublikasi (Boldrin, *et al.*, 1993; Mueller, *et al.*, 1990). Sejauh ini belum ada pengelolaan Piren secara khusus. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah secara biologis, yaitu menggunakan mikroba potensial yang mampu mendegradasi piren. Penelitian mengenai isolat bakteri pendegradasi piren telah dilakukan antara lain ditemukan; *Mycobacterium* sp BB1 yang diisolasi dari bekas lahan bain bara (BoJdrin *et al.*, 1993), *M. vanbaalenii* PYR1 dari sedimen terkontaminasi minyak (Kim *et al.*, 2007), *Mycobacterium* sp, *M. montefiorensis*, dan *Pseudomonas putida* dari tanah asam terkontaminasi PAH (Uytebroek *et al.*, 2007). *M. sacrum* dan *M. gilvum* dari sedimen sungai Elizabeth (Hilyard *et al.*, 2008) dan *Alcaligenes* sp, *Bacillus megatherium*, *B. firmus*, *Paenibacillus lautus* dari tanah terkontaminasi PAH dari lahan perta-



Gambar 1. Oksidasi 4,5 dihidroksi piren oleh Piren dioksigenase membentuk Fenantren 4,5 dikarboksilat dalam rangkaian mekanisme degradasi piren.

nian dan industri (Richardii *et al.*, 2005).

Kemampuan bakteri dalam mendegradasi piren, berkaitan dengan serangkaian enzim yang dihasilkan, salah satunya adalah enzim Piren dioksigenase. (Seo *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2007; Mrozik *et al.*, 2003). Piren dioksigenase menarik untuk diperbincangkan karena merupakan enzim kunci pembuka struktur cincin aromatik Piren pada rangkaian mekanisme degradasi (Gambar 1). Piren dioksigenase mengkatalisis masuknya dua buah atom oksigen ke dalam substrat membentuk Fenantren -4,5 -dikarboksilat (Kim *et al.*, 2007; Murray *et al.*, 2003).

Penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi gen penyandi piren dioksigenase pada isolat bakteri pendegradasi piren dapat dijadikan sebagai indikator kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi piren.

BAHAN DAN CARA KERJA

DNA isolat bakteri pendegradasi Piren *Pseudomonas* sp.PyrA1, *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholdoria* sp.PyrA4 diisolasi menggunakan Wizard®Genomic DNA Purification Kit (Promega). Identifikasi gen putatif penyandi piren dioksigenase

pada ke tiga isolat bakteri tersebut menggunakan primer spesifik yang didesain mengacu pada sekuen gen phdF penyandi Piren dioxygenase pada *M. vanbaalenii* PYR-1 (AY365117.2). Desain primer menggunakan program *Primer3* versi 0.4.0 (<http://frodo.wi.mit.edu/primer3/>).

Amplifikasi gen putatif penyandi piren dioksigenase menggunakan mesin PCR. Komponen reaksi yang digunakan adalah: Nova Taq Master kit (Novagen) 12.5 µl, primer masing-masing 1 µl dengan konsentrasi 10 uM, templet DNA bakteri 1-3 µl dan volumenya dicukupkan dengan ddH2O menjadi 25 ul. Protokol PCR untuk amplifikasi gen diprogram untuk 35 siklus dengan pengaturan; pre denaturasi 95°C 2 menit, denaturasi 95°C 30 detik, *annealing* 55°C 30 detik, *elongasi* 72°C dan *elongasi* tam bahan 2 menit.

Karakterisasi produk PCR dilakukan dengan teknik elektroforesis menggunakan agarosa 2% yaitu 2,6 g agarosa dilarutkan dalam 130 ml TAE IX Running elektroforesis dilakukan selama 60 menit pada tegangan 100 Volt. Hasil elektroforesis dapat dilihat pada *Printgraph* ATTA 8130.

Urutan sekuen fragmen DNA diketahui melalui teknik sekuensing menggunakan *automated DNA sequencer* ABI 3130 *Genetic Analyser* dengan pembacaan searah dengan menggunakan forward primer. Urutan sekuen yang diperoleh selanjutnya dianalisis melalui pensejajaran sekuen dengan menggunakan program Clustal X-1.8 msw untuk mengetahui kedekatan urutan sekuen gen putatif dioksigenase dari isolat bakteri terpilih dengan sekuen gen penyandi dioksigenase *M. vanbaalenii* PYR-1.

HASIL

Primer spesifik yang didesain menggunakan program *Primer3* versi 0.4.0 (<http://frodo.wi.mit.edu/primer3/>), diberi nama Dioks yang

Tabel 1. Primer spesifik untuk gen penyandi piren dioksigenase yang didesain berdasarkan sekuen gen dioksigenase pada *M. vanbaalenii* PYR-1

Primer	Urutan sekuen	Jumlah nukleotid	Tm	% G-C
FDioks	GATGGT CGAGGT GCAAAG TT	20	60,12	50
RDioks	ACTGAG CGACTG TCCAGG TT	20	59,91	55

Ket: F Dioks = primer forward
R Dioks = primer reverse
Tm = Temperature melting

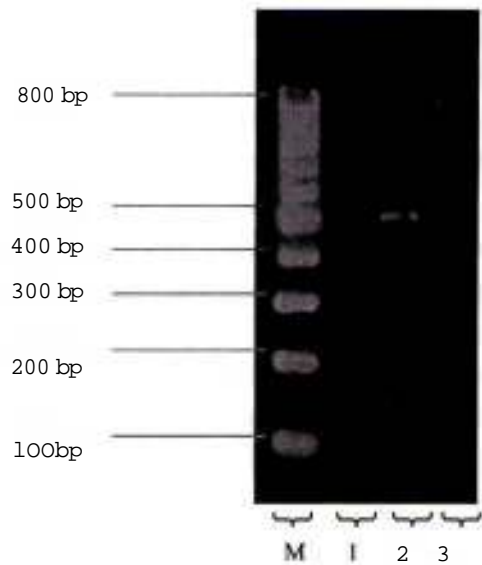
diperoleh dengan ukuran 203 bp. hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Amplifikasi gen putatif penyandi piren dioksigenase pada ketiga isolat bakteri pendegradasi Piren ditunjukkan pada Gambar 2.

Pengurutan basa nukleotida gen putatif penyandi piren dioksigenase dilakukan menggunakan teknik sekuensing dengan pembacaan searah menggunakan primer Fdioks. Pengurutan basa nukleotida hanya dilakukan pada *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholderia* sp.PyrA4. Analisis penjajaran sekuen gen putatif Piren dioksigenase kedua isolat bakteri menunjukkan persentase kesamaan masing-masing sebesar 41% dan 42% pada *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholderia* sp.PyrA4 dengan sekuen gen penyandi Piren dioksigenase *M.vanbaalenii* PYR-1

PEMBAHASAN

Identifikasi gen putatif penyandi piren dioksigenase dilakukan untuk mengetahui apakah isolat bakteri membawa gen tersebut atau tidak. Kim *et al.* (2007) menyatakan bahwa piren dioksigenase mengkatalisis masuknya dua buah atom oksigen ke dalam substrat mengakibatkan terbukanya struktur cincin piren dan membentuk fenantren -4,5-dikarboksilat. Keberadaan piren dioksigenase



Gambar 2. Fragmen DNA hasil amplifikasi dengan mesin PCR menggunakan primer spesifik dioks untuk identifikasi gen putatif penyandi Piren dioksigenase pada isolat bakteri ; M) marker 1 00bp, 1) isolat *Pseudomonas* sp.PyrA1, 2) *Pseudomonas* sp.PyrA2, 3) *Burkholderia* sp.PyrA4

kemudian dapat dijadikan sebagai indikator dalam proses degradasi piren.

Identifikasi gen putatif penyandi dioksigenase selain memerlukan untai DNA masing-masing bakteri, juga memerlukan sepasang primer spesifik untuk gen target. Baik sekuen DNA maupun primer untuk Piren dioksigenase pada *Pseudomonas* dan *Burkholderia* belum ada informasinya di referensi, sehingga primer spesifik didesain mengacu pada sekuen gen *phdF* penyandi piren dioksigenase pada *M. vanbaalenii* PYR-1 (AY365117.2). *M. vanbaalenii* PYR-1 merupakan isolat potensial pendegradasi piren telah dipelajari baik jalur maupun enzim yang terlibat dalam rangkaian degradasi piren (Kim *et al.*, 2007).

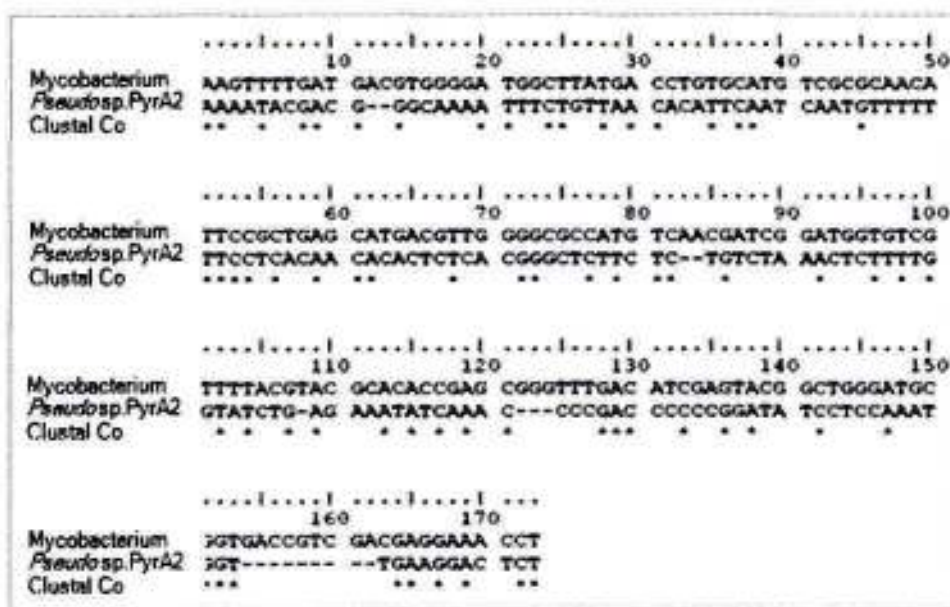
Primer spesifik yang telah didesain diberi nama Dioks (Tabel 1). Primer ini memenuhi kriteria umum untuk persyaratan sebuah primer, diantaranya: terdiri dari 18-25 nukleotid, persentase G-C 50% atau lebih, Tm tidak melebihi 70°C (Sambrook and

Russel, 2001). Posisi primer spesifik untuk identifikasi gen dioksigenase ini tidak berada di awal dan akhir sekuen gen. Hasil perancangan primer tidak ditemukan peluang terdapatnya primer spesifik di awal dan akhir sekuen juga. Kedua hal ini tidak memungkinkan untuk mendapatkan semua atau sebagian besar DNA sekuen dalam gen dioksigenase secara spesifik dalam total DNA yang diekstraksi dari isolat yang diteliti. Upaya untuk mendapatkan seluruh sekuen DNA gen dioksigenase dapat dilakukan dengan teknik kloning random dari pustaka cDNA dengan menggunakan media yang sangat selektif dan differensial untuk mendapatkan klon yang resisten dan menunjukkan karakter degradasi piren. Analisis sekuensing dari cDNA klon tersebut dapat memberikan peluang terungkapnya seluruh sekuen DNA dari gen dioksigenase.

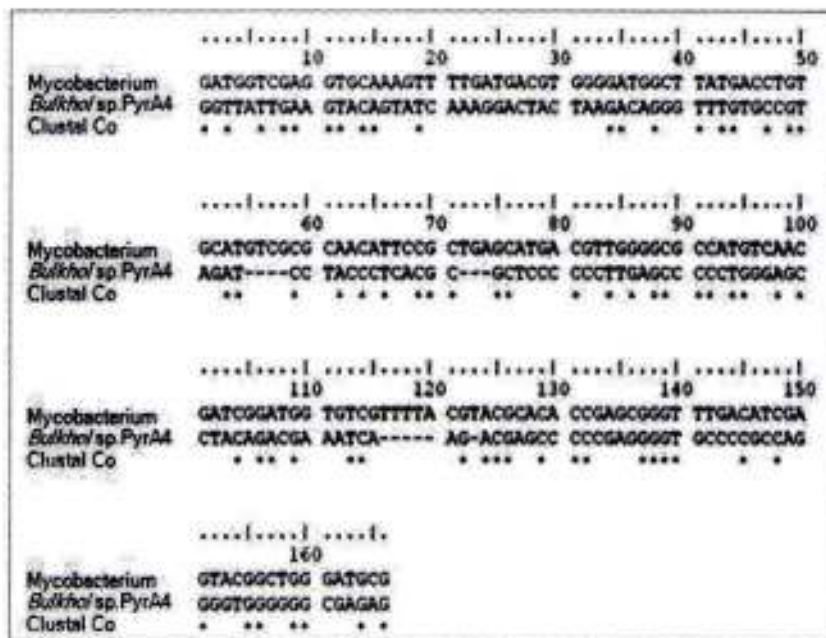
Amplifikasi gen putatif penyandi Piren dioksigenase dapat dilakukan menggunakan Primer spesifik Dioks ditandai dengan munculnya produk gen berupa fragmen DNA pada gel agarose 2% (Gambar 1). Fragmen DNA hasil amplifikasi pada

isolat *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholdoria* sp.PyrA4 berukuran sekitar 500 dan 800 bp (Gambar 2). Perbedaan ukuran fragmen DNA kedua isolat dengan produk gen *M.vanbaalenii* PYR-1 dapat dijelaskan bahwa sumber gen yang digunakan untuk deteksi gen putatif penyandi dioksigenase berasal dari isolat yang berbeda. Tentunya dengan sumber gen yang berbeda produk gen yang diperoleh tidak akan persis sama. Namun demikian baik isolat *M.vanbaalenii* PYR-1, *Pseudomonas* sp.PyrA2 maupun *Burkholdoria* sp.PyrA4 merupakan isolat pendegradasi piren.

Basa nukleotida gen putatif penyandi piren dioksigenase pada kedua bakteri hanya dapat diurut hingga 156 bp pada *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan 161 bp pada *Burkholdoria* sp.PyrA4. Hal ini dapat disebabkan karena kualitas sampel DNA, degradasi reaksi preparasi yang kurang optimum dan kehilangan basa nukleotida secara teknis pada saat sekuensing serta efisiensi kerja mesin sekuenser. Untuk mengetahui kesamaan sekuen gen putatif penyandi piren dioksigenase pada *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan



Gambar 3. Penjajaran basa nukleotida gen putatif Piren dioksigenase *Pseudomonas* sp.PyrA2 dengan sekuen gen Piren dioksigenase *M.vanbaalenii* PYR-1. Tanda bintang (*)melambangkan kesamaan sekuen yang disejajarkan



Gambar 4. Penjajaran basa nukleotida gen putatif Piren dioksigenase *Burkholderia* sp.PyrA4 dengan sekuen gen Piren dioksigenase *M.vanbaalenii* PYR-1. Tanda bintang (*)melambangkan kesamaan sekuen yang disejajarkan

Burkholderia sp.PyrA4 dengan gen penyandi piren dioksigenase pada *M.vanbaalenii* PYR-1 dilakukan analisis penjajaran sekuen (*alignment*). Hasil analisis ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase kesamaan sekuen gen putatif penyandi piren dioksigenase pada *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholderia* sp.PyrA4 dengan sekuen gen penyandi piren dioksigenase *M.vanbaalenii* PYR-1 masing-masing sebesar 41% dan 42%. Ditinjau dari hasil analisis penjajaran basa nukleotida menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antara gen putatif penyandi Piren dioksigenase dari isolat *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholderia* sp.PyrA4 dengan Piren dioksigenase *M.vanbaalenii*. Hal ini dapat dijelaskan bahwa gen dioksigenase sangat beragam. Gen dioksigenase untuk katabolisma awal hidrokarbon aromatik sangat beragam secara genetis, terutama pada struktur sub-unit motif besi-belerang yang menentukan spesifisitas enzimnya (Kim *et al*, 2006). Walaupun secara struktur susunan gen putatif

penyandi piren dioksigenase beragam, tapi kesamaan urutan sekuen penyusun gen tersebutlah yang melaksanakan fungsi yang sama dengan piren dioksigenase pada *M.vanbaalenii* PYR-1 sebagai gen yang bertanggung jawab dalam rangkaian degradasi piren.

Sejauh ini studi genetik mengenai gen penyandi piren dioksigenase yang berperan dalam degradasi piren belum banyak dikaji. Kim, *et al*. (2007) melaporkan bahwa mekanisme degradasi piren, baik jalur maupun enzim yang terlibat dalam proses degradasi baru dipelajari pada *M.vanbaalenii* PYR-1.

KESIMPULAN

Gen penyandi Piren dioksigenase dapat diamplifikasi dan teridentifikasi pada isolat *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholderia* sp.PyrA4. Amplifikasi gen menggunakan primer spesifik Dioks yang didesain berdasarkan sekuen gen target. Penjajaran urutan basa nukleotida gen putatif Piren dioksigenase

pada kedua isolat bakteri dengan gen penyandi Piren dioksigenase pada *M.vanbaalenii* PYR-1 menunjukkan persentase kesamaan sebesar 41% dan 42% pada *Pseudomonas* sp.PyrA2 dan *Burkholdoria* sp.PyrA4. Baik *M.vanbaalenii* PYR-1, *Pseudomonas* sp.PyrA2 maupun *Burkholdoria* sp.PyrA4 merupakan isolat bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi piren.

DAFTAR PUSTAKA

- Boldrin B, A Tiehm and C Fritzsche. 1993.** Degradation of phenanthrene, fluorene, fluoranthene, and pyrene by a *Mycobacterium* sp. *Applied and Environmental Microbiology* **59(6)**, 1927-1930.
- Hilyard EJ, JMJ Meehan, BJ Spargo and RT Hill. 2008.** Enrichment, isolation, and phylogenetic identification of polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading bacteria from Elizabeth River sediments. *Applied and Environmental Microbiology* **74(4)**, 1176-1182.
- Kim SJ, O Kweon, RC Jones, JP Freeman, RD Edmondson and CE Cerniglia. 2007.** Complete and integrated pyrene degradation pathway in *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1 Based on Systems Biology. *Journal of Bacteriology* **189(2)**, 464-472.
- Kim SJ, JJ Kukor, KH Oh and HY Kahng. 2006.** Evaluating the genetic diversity of dioxygenases for initial catabolism of aromatic hydrocarbon in *Pseudomonas rhodesiae* KKI. *Enzyme and Micro. Tech.* **40**, 71-78.
- Krivobok, S, S Kuony, C Meyer, M Louwagie, J C Willison and Y Jouanneau. 2003.** Identification of pyrene-induced proteins in *Mycobacterium* sp. strain 6PY1: Evidence for two ring-hydroxylating dioxygenases. *J.Bacteriol.* **185**, 3828-3841.
- Mrozik A, ZP Seget and S Labuzek. 2003.** Bacterial degradation and bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Polish Journal of Environmental Studies* **12(1)**, 15-25.
- Mueller JG, PJ Chapman, B0 Blattmann and PH Pritchard. 1990.** Isolation and characterization of a fluoranthene-utilizing strain of *Pseudomonas paucimobilis* *Applied and Environmental Microbiology* **56(4)**, 1079-1086.
- Murray RK, DK Granner and PA Mayes. 2003** *Harper's Illustrated Biochemistry. Twenty Sixth Edition.* McGraw-Hill Companies Inc. New York.
- Riccardi C, M Papacchini, A Ciervo, A Petrucca G LaRosa, C Marianelli, M Muscillo, AM Marcelloni, S Spicaglia. 2005.** Characterization of bacterial population coming from a soil contaminated by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) able to degrade pyrene in slurry phase, *Annals of Microbiology* **55(2)**, 85-90.
- Sambrook J and Russel DW. 2001.** *Molecular Cloning: A Laboratory Manual.* 3rd Edition. New York. Cold Spring Harbor Laboratory Pr, Cold Spring Harbor.
- Sax NI and RJ Lewis. 1984.** *Dangerous Properties of Industrial Materials.* Seventh edition. **Volume III**, 2924-2925, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Seo JS, YS Keum and QX Li. 2009.** Bacterial degradation of aromatic compounds. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **6**, 278-309.
- Uyttebroek M, S Vermeir, P Wattiau, A Ryngaert and D Springael. 2007.** Characterization of cultures enriched from acidic polycyclic aromatic hydrocarbon-contaminated soil for growth on pyrene at low pH. *Applied and Environmental Microbiology* **73(10)**, 3159—3164.