

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 3 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, Deden Sumirat Hidayat

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarjo

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

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

Faksimili (021) 8765059

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

Keterangan foto cover depan: Selektifitas kukang jawa (*Nycticebus javanicus*) terhadap tumbuhan sebagai pakan dan sarangnya, sesuai makalah di halaman 111 (Foto: Koleksi LIPI - Wirdateti).



Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

ISSN 0126-1754

Volume 11, Nomor 1, April 2012

Terakreditasi A

SK Kepala LIPI

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/*appendix* seperlunya. Redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.

Komunikasi pendek (short communication)
Komunikasi pendek merupakan makalah pendek hasil riset yang oleh penelitiannya ingin cepat dipublikasi karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar lebih cepat diketahui umum. Berisikan pembahasan yang mendalam terhadap topik yang dibahas. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Dalam Komunikasi Pendek Hasil dan Pembahasan boleh disatukan.

Tinjauan kembali (Review)
Tinjauan kembali yakni rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik riset tertentu. Segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan sehingga memberikan gambaran “state of the art” meliputi kemajuan dan temuan awal hingga terkini dan kesenjangan dalam penelitian, perdebatan antarpeneliti dan arah ke mana topik riset akan diarahkan. 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 (✉) superskrip. Lengkapi pula dengan alamat elektronik.
 - c. Abstrak dan Kata kunci

- Abstrak dan kata kunci ditulis dalam dwibahasa (Indonesia dan Inggris), maksimum 200 kata, spasi tunggal, tanpa referensi.
- d. Pendahuluan
Berisi latar belakang, masalah, hipotesis dan tujuan penelitian. Ditulis tanpa subheading.
 - e. Bahan dan cara kerja
Apabila metoda yang digunakan sudah baku dan merupakan ulangan dari metoda yang sudah ada, maka hanya ditulis sitiran pustakanya. Apabila dilakukan modifikasi terhadap metoda yang sudah ada, maka dijelaskan bagian mana yang dimodifikasi.
Apabila terdapat uraian lokasi maksi diberikan 2 macam peta, peta besar negara sebagai inset dan peta detil lokasi.
 - f. Hasil
Bagian ini menyajikan hasil utama dari penelitian. *Hasil* dipisahkan dari *Pembahasan*
 - g. Pembahasan
Pembahasan dibuat terpisah dari hasil tanpa pengulangan penyajian hasil penelitian. Dalam Pembahasan hindari pengulangan subjudul dari Hasil, kecuali dipandang perlu sekali.
 - h. Kesimpulan
Kesimpulan harus menjawab pertanyaan dan hipotesis yang diajukan di bagian pendahuluan.
 - i. Ucapan Terima Kasih
Ditulis singkat dan padat.
 - j. Daftar pustaka
Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - i. Jurnal
Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* **43**, 1559-1576.
 - ii. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - iii. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Sepioteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - iv. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkampf, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
11. Lain-lain menyangkut penulisan
- a. Gambar.
Lebar gambar maksimal 8,5 cm. Judul gambar menggunakan huruf Times New Roman ukuran 8 point.
 - b. Grafik
Untuk setiap perhitungan rata-rata, selalu diberikan standar deviasi. Penulis yang menggunakan program Excell harus memberikan data mentahnya.
 - c. Foto
Untuk setiap foto, harap diberikan skala bila perlu, dan berikan anak panah untuk menunjukkan suatu objek.
 - d. Tabel
Judul tabel harus ringkas dan padat. Judul dan isi tabel diketik menggunakan huruf Times New Roman ukuran 8 point. Seluruh penjelasan mengenai tabel dan isinya harus diberikan setelah judul tabel.
 - e. Gunakan simbol: ○ ● □ ■ △ ▲

- f. Semua nama biologi pada makhluk hidup yang dipakai, pada Judul, Abstrak dan pemunculan pertama dalam Badan teks, harus menggunakan nama yang valid disertai author/descriptor. (Burung Maleo – *Macrocephalon maleo* S. Müller, 1846; Cendana – *Santalum album* L.), atau yang tidak memiliki nama author *Escherichia coli*. Selanjutnya nama-nama biologi disingkat (*M. maleo*, *S. album*, *E. coli*).
 - g. Proof reading
Proof reading akan dikirim lewat e-mail/fax, atau bagi yang berdomisili di Bogor dan Komplek Cibinong Science Center (CSC-LIPI) dan sekitarnya, akan dikirim langsung; dan harus dikembalikan kepada dewan redaksi paling lambat dalam 3 hari kerja.
 - h. Reprint/ cetak lepas
Penulis akan menerima satu copy jurnal dan 3 reprint/cetak lepas makalahnya.
12. Seluruh makalah yang masuk ke meja redaksi Berita Biologi akan dinilai oleh dewan editor untuk kemudian dikirim kepada reviewer/mitra bestari yang 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 Sulisty (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
Dr Lisdar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Ocky Karna Radjasa (*Universitas Diponegoro*)

Mikologi

Dr Dono Wahyuno (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Kemtan*)
Dr Kartini Kramadibrata (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Genetika

Prof Dr Alex Hartana (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Warid Ali Qosim (*Universitas Padjadjaran*)
Dr Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Taksonomi

Dr Ary P Keim (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Daisy Wowor (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof (Ris) Dr Johanis P Moge (*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 Subandry (*Pusat Penelitian Ternak-Kemtan*)

Ekologi

Dr Didik Widyatmoko (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Dewi Malia Prawiradilaga (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Frans Wospakrik (*Universitas Papua*)
Dr Herman Daryono (*Pusat Penelitian Hutan-Kemhut*)
Dr Istomo (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Michael L Riwu Kaho (*Universitas Nusa Cendana*)
Dr Sih Kahono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biokimia

Prof Dr Adek Zamrud Adnan (*Universitas Andalas*)
Dr Deasy Natalia (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Elfahmi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Herto Dwi Ariesyadi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Tri Murningsih (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Fisiologi

Prof Dr Bambang Sapto Purwoko (*Institut Pertanian Bogor*)
Prof (Ris) Dr Gono Semiadi (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Irawati (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Nuril Hidayati (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biostatistik

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

Biologi Perairan Darat/Limnologi

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

Biologi Tanah

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

Biodiversitas dan Iklim

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

Biologi Kelautan

Prof Dr Chair Rani (*Universitas Hasanuddin*)
Dr Magdalena Litaay (*Universitas Hasanuddin*)
Prof (Ris) Dr Ngurah Nyoman Wiadnyana (*Pusat Riset Perikanan Tangkap-KKP*)
Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/ Penilai (Referee) nomor ini
11(1) – April 2012

Dr. Endang Tri Margawati – *Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI*
Dr. Joko Sulisty – *Pusat Penelitian Biologi – LIPI*
Magdalena Litaay, PhD – *FMIPA – Universitas Hassanudin*
Dr. Nuril Hidayati – *Pusat Penelitian Biologi – LIPI*
Dr. Nurliani Bernawie – *BB. Biogen – Badan Litbang Kementan*
Ir. Titi Juhaeti, M.Si – *Pusat Penelitian Biologi – LIPI*
Dr. Ir. Warid Ali Qosim, MS – *Fak. Pertanian – UNPAD*
Dr. Yulita Kusumadewi – *Pusat Penelitian Biologi – LIPI*

Referee/ Mitra Bestari Undangan

Dr. Entang Iskandar – *Pusat Studi Satwa Primata – IPB*
Prof. Dr. Ibnu Maryanto – *Pusat Penelitian Biologi – LIPI*
Prof. MF.Rahardjo – *Fak. Perikanan dan Ilmu kelautan – IPB*
Dr. I. Nyoman P. Aryantha – *Dep. Biologi FMIPA – ITB*

DAFTAR ISI

TINJAUAN ULANG (REVIEW)

TINJAUAN TENTANG KOPEPODA PARASIT DI INDONESIA

[A Review of Parasitic Copepods in Indonesia]

Conni Sidabalok 1

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

IDENTIFIKASI ALEL GEN *Xa7* PADA PLASMA NUTFAH PADI LOKAL PAREKALIGOLARA MELALUI UJI SEGREGASI FENOTIPE DAN GENOTIPE

[Identification of *Xa7* Alleles Gene in Landrace Parekaligolara by Phenotype and Genotype Segregation Analysis]

Dwinita W Utami, TS Kadir dan A Nasution 15

ADAPTASI OSMOTIK TUMBUHAN MANGROVE *Avicennia marina* (Forsskål) Vierh. DAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr.) TERHADAP STRES SALINE

[Osmotic Adaptation of Mangrove *Avicennia marina* (Forsskål) Vierh. and Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) against Saline Stress]

BP Naiola 23

KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN PEMAKAN SERANGGA DAN LAJU FOTOSINTESISNYA DI PULAU NATUNA

[Diversity of Insectivorous Plants and Its Photosynthesis Rate In Natuna Island]

Muhammad Mansur 33

ANALISIS IMUNOGENISITAS PROTEIN GRA1 DARI HASIL KLONING GEN *GRA1* TAKIZOIT *Toxoplasma gondii*

[Immunogenicity Analysis of GRA1 Protein derived from clone bearing *GRA1* Genes collected from *Toxoplasma gondii* Tachyzoite]

Didik T Subekti, WT Artama, SH Poerwanto, E Sulistyaningsih dan Yulia Sari 43

KOI HERPES VIRUS SEBAGAI PENYEBAB KEMATIAN MASSAL PADA *Cyprinus carpio* koi DI INDONESIA

[Koi Herpes Virus The Causative Agent of Sporadically Mortality of *Cyprinus carpio koi* in Indonesia]

S Oetami Madyowati, Sumaryam, A Kusyairi dan H Suprpto 53

ANALISIS PERUBAHAN POLA GENETIKEMPAT GENERASI MANGGIS (*Garcinia man- gostana* L.) BERDASARKAN MARKA ISSR

**[Analysis of Genetic Pattern Changes among Four Generations of Mangosteen (*Garcinia man-
gostana* L.) Based on ISSR Marker]**

Siti Noorrohmah, Sobir dan D Efendi 59

PENGARUH BEBERAPA PAKET PEMUPUKAN DAN AMELIORASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.) DI KAWASAN PENGEMBANGAN LAHAN GAMBUT (PLG)

**[Effect of Amelioration and Fertilization Packages on Growth and Yield Peanut (*Arachis hypo-
gaea* L.) in the Area Peatland Development (PLG)]**

Siti Nurzakiah, Koesrini dan Khairil Anwar 67

POTENSI <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Willd.) Griseb DAN <i>Centrosema pubescens</i> Benth. SEBAGAI AKUMULATOR PENCEMAR MERKURI [POTENCY OF <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Willd.) Griseb AND <i>Centrosema pubescens</i> Benth. AS MERCURY ACCUMULATORS] <i>Nuril Hidayati</i>	73
SIFAT ANTIOKSIDAN, KANDUNGAN FENOLAT TOTAL dan FLAVONOID TOTAL EKSTRAK KULIT BATANG MERTAPANG (<i>Terminalia copelandii</i> Elmer) [Antioxidant Properties, Total Phenolic and Total Flavonoid Content of Mertapang (<i>Terminalia copelandii</i> Elmer) Bark Extract] <i>Tri Murningsih</i>	85
SPATIAL MODEL OF SUMATRAN TIGER (<i>Panthera tigris sumatrae</i>) POTENTIAL HABITAT SUITABILITY IN BUKIT BARISAN SELATAN NATIONAL PARK, INDONESIA [Model Spasial Kesesuaian Habitat Harimau Sumatra (<i>Panthera tigris sumatrae</i>) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Indonesia] <i>Suyadi, I Nengah Surati Jaya, Antonius B Wijanarto and Haryo Tabah Wibisono</i>	93
ANALISA VEGETASI TEMPAT TUMBUH <i>Hoya purpureofusca</i> HOOK.F. DI RESORT SELABINTANA, TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO [Vegetation analysis of habitat <i>Hoya purpureofusca</i> Hook.f. at the Selabintana Resort, Mount Gede Pangrango National Park] <i>Syamsul Hidayat, Sri Rahayu dan Kartika Ningtyas</i>	103
SEBARAN DAN HABITAT KUKANG JAWA (<i>Nycticebus javanicus</i>) DI AREA PERKEBUNAN SAYUR GUNUNG PAPANDAYAN, KABUPATEN GARUT [Distribution and Habitat on Javan Slow Loris (<i>Nycticebus javanicus</i>) in Vegetables Garden at Mount Papandayan, Garut District Area] <i>Wirdateti</i>	111
ANALISA KANDUNGAN LOVASTATIN, PIGMEN DAN CITRININ PADA FERMENTASI BERAS IR 42 DENGAN MUTAN <i>Monascus purpureus</i> Analysis of Lovastatin, Pigments And Citrinin in Rice Which Fermented by <i>Monascus purpureus</i> Mutant <i>T Yulinery dan N Nurhidayat</i>	119
CEKAMAN OKSIDASI SEL KHAMIR <i>Candida tropicalis</i> YANG DIPERLAKUKAN DENGAN PARASETAMOL DAN ANTIOKSIDAN (+)-CATECHIN [Oxidative Stress in <i>Candida tropicalis</i> Treated with Paracetamol and Antioxidant (+)-catechin] <i>Heddy Julistiono</i>	131

ANALISA KANDUNGAN LOVASTATIN, PIGMEN DAN CITRININ PADA FERMENTASI BERAS IR-42 DENGAN MUTAN *Monascus purpureus*^{*} [Analysis of Lovastatin, Pigments and citrinin in Rice which fermented by *Monascus purpureus* mutant]

T Yulinery[✉] dan N Nurhidayat

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Jln Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong

[✉]e-mail: tyulinery@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap produk kesehatan yang terdiri dari suplemen maupun obat-obatan semakin meningkat. Produk alam berupa fermentasi beras dengan *M. purpureus* saat ini banyak diteliti, hasil metabolit sekundernya mengandung lovastatin, citrinin, dan pigmen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kadar lovastatin, citrinin, pigmen merah dan pigmen kuning dalam *M. purpureus* yang difermentasikan dari beras setelah mutasi gen menggunakan sinar UV. Tiga strain yang digunakan yakni *M. purpureus* ASK, JmbA merah dan JmbA kuning kemudian dianalisa dengan HPLC dan spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa JmbA kuning di UV selama 3 menit menghasilkan kadar lovastatin dan pigmen lebih tinggi, sedangkan kadar citrininnya rendah dibandingkan dengan tanpa mutagenesis sinar UV. Strain *M. purpureus* ASK juga menghasilkan lovastatin tinggi (1,903%) namun menghasilkan citrinin yang relatif tinggi (1,270%). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi secara ilmiah pada masyarakat bahwa dalam sediaan *M. purpureus* terdapat lovastatin yang bermanfaat bagi tubuh serta pigmen yang berfungsi sebagai pewarna makanan.

Kata kunci: Lovastatin, citrinin, pigmen, mutagenesis, *Monascus purpureus*

ABSTRACT

The need of medicine product are increasing now. The fermentation of rice by using *Monascus purpureus* produce lovastatin, pigments and citrinin as secondary metabolites. The aim of this study was to know the concentration of lovastatin, red and yellow pigments and citrinin in rice which fermented by *Monascus purpureus* that had been mutated by using ultraviolet irradiation. Three strains were used in this research, such as ASK, yellow Jmba and red Jmba. The result were analyzed by using HPLC and Spectrofotometer. The result showed that the yellow Jmba strain which treated by UV mutagenesis for 3 minutes contain higher lovastatin (1.798%) and pigment and lower citrinin (0.019%) compare to without mutagenesis. On the other hand ASK strain produced higher lovastatin (1.903%) but higher citrinin (1.270%). This research is expected to provide scientific information to the public. That *M. purpureus* contained lovastatin that is beneficial, red and yellow pigments for natural food colorant.

Key words: Lovastatin, citrinin, pigment, mutagenesis, *Monascus purpureus*

PENDAHULUAN

Monascus purpureus merupakan salah satu kapang memfermentasi beras yang sering digunakan untuk pewarna dan pengawet makanan, juga untuk obat seperti diabetes, tekanan darah, obesitas dan alzheimer (Shi and Pan, 2011). Dipakai sebagai pewarna dan pengawet alami karena *M. purpureus* menghasilkan pigmen, hal ini banyak dipakai pada industri makanan (Lee *et al.*; 2001; Xu *et al.*, 2009). Ada 3 Tipe pigmen dari metabolit sekunder *Monascus* yakni pigmen kuning mengandung ankaflavin dan monascin; pigmen orange mengandung monascorubin dan rubropunctanin dan pigmen merah mengandung monascorubramin dan rubropuctamin (Chen and Hu, 2005).

M. purpureus juga menghasilkan bahan bioaktif lovastatin dan asam aminobutirat (GABA),

kedua bahan bioaktif tersebut sangat penting dalam perkembangan biomedis (Altieri, 2001). Sebagai antioksidan bahan bioaktifnya adalah dimerumic acid, 3-hydroxy-4-methoxy-benzoic acid dan sebagai antibakteri adalah pigmen dan citrinin (Chen and Hu, 2005). Senyawa monascidin A yang dihasilkan *Monascus* memiliki aktivitas menghambat bakteri gram positif diantaranya Bacillus, Streptococcus dan Pseudomonas (Erdogrul and Azirak, 2004) Monacolin K yang diketahui sebagai lovastatin, mevinolin dan mevacor hasil dari metabolit sekunder dari *Monascus purpureus* (Su *et al.*, 2003) berfungsi menghambat 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzymeA reduktase pada biosintesis kolesterol, juga merupakan enzim yang mengatur penurunan kolesterol pada manusia dan hewan ((Endo, 1979; Heber *et al.*, 1999 dan Wang *et al.*, 2004). Hasil

^{*}Diterima: 20 April 2011 - Disetujui: 30 September 2011

penelitian dari Nihon University di Jepang, menunjukkan bahwa penggunaan beras merah dosis rendah (1200 mg) memberi pengaruh yang nyata terhadap penurunan kolesterol pada manusia sampai 18% dalam waktu 8 minggu.

M. purpureus yang ditumbuhkan di media beras akan menyebabkan terjadinya fermentasi beras. Hasil fermentasi ini kemudian disebut angkak. Angkak yang dihasilkan berwarna merah sehingga disebut juga beras merah (Harwing *et al.*, 1997). Media tumbuh dari *M. purpureus* pada umumnya terdiri dari glukosa, monosodium glutamat (MSG), dan beras (Hajjaj *et al.*, 2001).

Beberapa spesies *Monascus* dapat digunakan untuk memproduksi angkak, diantaranya adalah *M. purpureus*, *M. pilosus*, *M. angka*. Keragaman dan keunikan spesies jenis ini berlimpah di Indonesia (Kasim *et al.*, 2005). Strain tertentu atau di bawah kondisi kultivasi tertentu, *Monascus* menghasilkan mikotoksin yakni citrinin (Lin *et al.*, 2008) yang bersifat hepatotoksik dan nefrotoksik (Xu *et al.*, 2009).

Citrinin diisolasi pertama kali dari *Penicillium citrinum*, dikenal sebagai antibiotik. Citrinin dan okhtatoksik berperan dalam neuphropati pada babi di Denmark (Jackson and Ciegler, 1978). Citrinin juga dapat diproduksi dari daun – daunan (*Crotalaria crispata*) di Australia (Zhelifonova, 2000). Chen dan Hu (2005) dalam penelitiannya melaporkan *Monascus* M12-69 yang mengalami mutasi menunjukkan konsentrasi monacolin K lebih tinggi dan konsentrasi citrinin lebih rendah setelah diiradiasi dengan UV, ⁶⁰Coγ dan DMS (dimethyl sulfate).

Mutagenesis menyebabkan perubahan sifat individu tanpa perubahan jumlah dan susunan kromosom. Mutagen merupakan sesuatu yang menyebabkan terjadinya mutasi, contoh mutagen bahan kimia adalah kolkisin dan zat digitonin. mutagen bahan biologi contohnya virus dan bakteri, dan mutagen bahan fisika contohnya sinar ultraviolet, sinar radioaktif.

Sinar ultra violet (UV) merupakan mutagen

fisika yang berbentuk sinar dengan daya radiasi yang dapat bersifat letal bagi mikroorganisme, dengan panjang gelombang mulai 4 nm hingga 400 nm. Efisiensi tertinggi untuk pengendalian mikroorganisme adalah pada 365 nm. (Wild, 2000).

Indonesia masih mengimpor sedian *M. purpureus* maupun lovastatinnya. Sementara upaya pengembangan pemanfaatan *M. purpureus* masih terkendala pertumbuhan kapang dan produksi lovastatin yang tidak stabil. Kendala ini juga menghambat upaya rekayasa lovastatin untuk membuat turunannya. Gen lovB telah dikarakterisasai berperan sebagai kunci metabolisme dalam biosintesis lovastatin.

Bila gen lovB berperan penting dalam biosintesis lovastatin dan keragaman ekspresinya menentukan produksi lovastatin, maka perlu diteliti upaya mutagenesis untuk mendapatkan mutan yang biosintesis lovastatinnya relatif lebih tinggi dan terkarakterisasi dengan baik. Mutagenesis juga penting untuk merancang mutan atau strain dengan karakter identitas yang unik untuk mendapatkan informasi yang penting dalam meningkatkan kestabilan produksi lovastatinnya. Kemudian gen ini dijadikan indikator untuk karakterisasi upaya mutagenesis random untuk mendapatkan mutan dengan karakter biosintesis lovastatin yang relatif tinggi dan stabil setelah upaya optimasi pertumbuhannya

Berdasarkan penjelasan diatas, maka perlu dilakukan penelitian terhadap *M. purpureus* agar dihasilkan kadar lovastatin, pigmen yang tinggi dan citrinin rendah, metoda yang digunakan adalah mutagenesis dengan sinar UV pada panjang gelombang 365 nm.

BAHAN DAN CARA KERJA

Peremajaan Biakan

M. purpureus berasal dari koleksi biakan Mikrobiologi LIPI yaitu *M. purpureus* JmbA dan AS. Kapang ini ditumbuhkan dalam media agar MEA (Malt Extract Agar) miring kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 14 hari, hasil inoku-

lum ini digunakan untuk mutagenesis.

Mutagenesis *M. purpureus* dengan UV λ 365 nm

Hasil biakan *M. purpureus* yang tumbuh ditabung miring ditambahkan ke dalamnya 2 ml akuades steril kemudian diambil semua bagian *M. purpureus* sehingga menjadi suspensi. Suspensi tersebut diambil 1ml kemudian dimasukkan kedalam cawan petri yang berisi media agar, lalu diratakan pada permukaan media. Cawan dalam keadaan terbuka disinari dengan sinar Ultra Violet λ 365 nm dengan lama penyinaran UV dimulai dari waktu 0, 3, 5, 10 dan 15 menit. Intensitas UV 7000 uW/cm². Kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 14 hari. Hasil inkubasi ini diinokulasikan ke media beras IR-42.

Penyiapan Media Beras IR-42

Beras IR-42 sebanyak 500 gram direndam selama 1 jam kemudian dicuci dan dikering anginkan kemudian dimasukan kedalam 20 petridish masing-masing petridish sebanyak 25 gram. Kemudian disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. lalu didinginkan.

Penumbuhan *M. purpureus* Hasil Mutasi ke Media Beras IR-42

Beras yang sudah steril diinokulasi dengan biakan *M. purpureus* hasil mutagenesis kemudian diinkubasi pada suhu 30°C didalam inkubator selama 14 hari. Beras hasil fermentasi dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60°C selama 12 jam. Hasil fermentasi yang sudah diinkubasi berupa angkak, kemudian dihaluskan. Tepung angkak tersebut dianalisis kadar lovastatin dan citrinin dengan HPLC sedangkan pigmen merah dan kuning dianalisis dengan spektrofotometer

Analisa Lovastatin (Ma *et al.*, 2000)

Tepung angkak ditimbang sebanyak 1 gram lalu ditambahkan 2 ml asetonitril dan diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C. Supernatan hasil dari sentrifugasi dipekatkan dengan alat vakum. Hasil yang telah divakum diencerkan dengan fase gerak asetonitril : asam fosfat 0,1% (65 : 35) sebanyak 1

ml. Kemudian disaring dengan kertas milipore ukuran 0,45 μ m. dan dianalisis menggunakan HPLC dengan kolom C-8 (Shimatzu) menggunakan fase gerak, dengan laju alir 1,0 ml/menit, dengan UV λ 235 nm. Sebagai standar digunakan lovastatin dari Sigma-Aldrich

Analisa Pigmen merah dan kuning (Hsu *et al.*, 2002)

Sebanyak 0,05 gram tepung angkak ditambah 10 ml metanol, digojog dengan kecepatan 80 rpm selama 24 jam kemudian disaring dengan kertas saring untuk mengidentifikasi pigmen kuning dan pigmen merah hasil filtrat, kemudian diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 390 nm untuk pigmen kuning dan 500 nm untuk pigmen merah.

Analisa Citrinin (Shimizu *et al.*, 2005)

Tepung angkak seberat 1,25 gram diekstrak dengan 50 ml etanol 70% dengan pH 8,0 selama 3 jam suhu 28°C kemudian disaring dengan kertas filter berukuran 0,2 μ m. Hasilnya dianalisis dengan HPLC, kolom C-8 (Shimatzu) menggunakan fase gerak asetonitril : air : asam trifluoroasetat (1000:1000:1 v/v), dengan laju alir 1,0ml/menit, dengan UV λ 500 nm. Sebagai standar digunakan citrinin dari Sigma-Aldrich

HASIL

Hasil Mutasi

Hasil mutasi *M. purpureus* JMBA dengan penyinaran ultra violet selama 0, 3 dan 5 menit memperlihatkan adanya pertumbuhan sedangkan dengan penyinaran selama 10 dan 15 menit tidak menunjukkan adanya pertumbuhan (data tidak ditampilkan), Demikian juga dengan *M. purpureus* ASK dengan penyinaran selama 5, 10 dan 15 menit semua isolat mengalami kematian kecuali dengan penyinaran selama 3 menit. Untuk analisa selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kandungan lovastatin hanya dari penyinaran UV selama 0, 3 dan 5 menit saja.

Kadar Lovastatin

Pengujian kadar lovastatin dilakukan dengan menggunakan 3 isolat yaitu *M. purpureus* Jmba kuning (JMBA K), *M. purpureus* Jmba merah

(JMBA M) dan *M. purpureus* ASK. Ketiga isolat ini mengandung kadar lovastatin dan ketiga isolat diberikan penyinaran UV dengan panjang gelombang yang sama yaitu 365 nm dan diberi waktu bervariasi yakni 0, 3 dan 5 menit. Hasil analisa kadar lovastatin dapat dilihat pada Gambar 1.

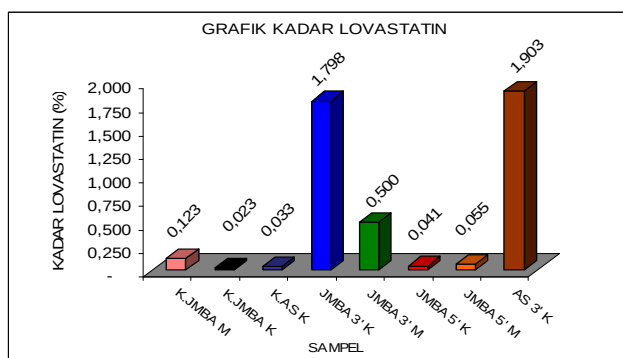
Grafik diatas menunjukkan bahwa JMBA3'K lebih tinggi kandungan lovastatinnya dibandingkan dengan sebelum di UV maupun yang di UV selama 5 menit, demikian juga dengan isolat ASK setelah di UV selama 3 menit menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dengan sebelum di UV.

Hasil analisa di atas menunjukan bahwa isolat JMBA M penyinaran selama 3 menit ternyata kadar lovastatinnya sebesar 0,5 % lebih tinggi dibandingkan K JMBA M 0,123% sedangkan dengan penyinaran 5 menit *M. purpureus* JMBA M mengalami penurunan hingga 0,055% (w/v).

Kadar Pigmen Merah

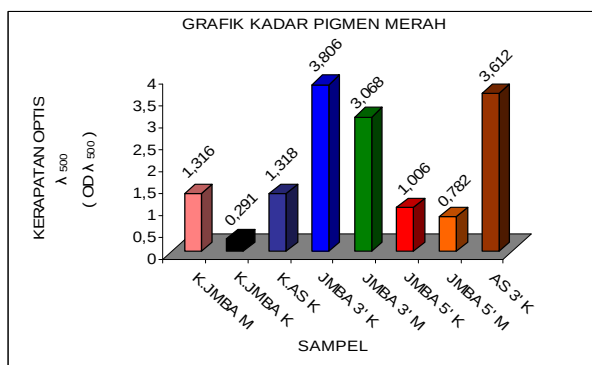
Komponen utama pigmen *M. purpureus* adalah rubropunktatin, rubropunktamin, ankaflavin, monaskorubrin, dan monaskin. Perubahan warna pada pigmen angkak dari warna jingga (monaskorubrin dan rubropunktatin) ke warna merah (Monaskobramin dan rubropunktamin), terjadi karena pergantian atom oksigen paranoid pada pigmen jingga oleh NH pada keadaan basa sehingga membentuk pigmen merah. Pada Gambar 2. disajikan hasil analisa kadar pigmen merah terhadap semua perlakuan.

Kadar pigmen merah tertinggi adalah pada isolat *M. purpureus* JMBA K, yang diberi penyinaran ultra violet selama 3 menit sebesar 3,806% tapi pada penyinaran ultra violet selama 5 menit kadar pigmen merah mengalami penurunan yaitu sebesar 3,068%. Apabila dibandingkan dengan



Gambar 1. Kadar lovastatin *M.purpureus* Jmba dan AS dengan berbagai perlakuan UV

Keterangan: K JMBA M (Kontrol Jmba M) JMBA3'K (Jmba K di UV 3') JMBA5'M (Jmba M di UV 5')
 K JMBA K (Kontrol Jmba K) JMBA3'M (Jmba M di UV 3') AS3'K (ASK di UV 3')
 K ASK M (Kontrol ASK) JMBA5'K (Jmba K di UV 5')



Gambar 2. Kadar pigmen merah *M. purpureus* Jmba dan AS dengan berbagai perlakuan UV

kontrolnya hasil ini lebih besar karena kontrolnya hanya 0,291%. *M. purpureus* JMBA M pada penyinaran 3 menit kadar pigmennya tertinggi kedua dengan kadar 3,068%, tetapi dengan penyinaran selama 5 menit kadar pigmennya mengalami penurunan yang sangat besar yaitu 0,782%. Untuk isolat *M. purpureus* ASK yang diberi penyinaran sinar ultra violet selama 3 menit kadar pigmen merahnya mencapai 3,612%. Kandungan ini lebih besar bila dibandingkan tanpa di mutasi dengan UV yakni 1,318% (w/v)

Kadar Pigmen Kuning

Pigmen kuning (monaskin dan ankaflavin) merupakan turunan dari pigmen jingga. Kestabilan mutu pigmen dipengaruhi fisik dan kimia selama penyimpanan dan dapat dipertahankan selama dua bulan, dengan menggunakan kemasan gelas atau plastik berlapis aluminium foil, serta mengolah pigmen cair menjadi pigmen bubuk.

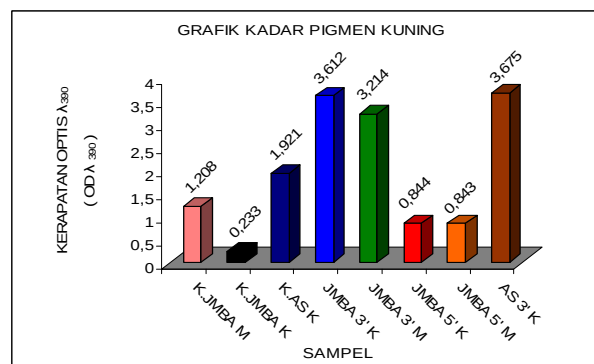
Pada Gambar 3 isolat JMBA3'K, JMBA3'M maupun AS3'K yang di UV selama 3

menit lebih besar kandungan pigmen kuningnya dibandingkan dengan sebelum di UV tetapi setelah di UV selama 5 menit mengalami penurunan yang signifikan.

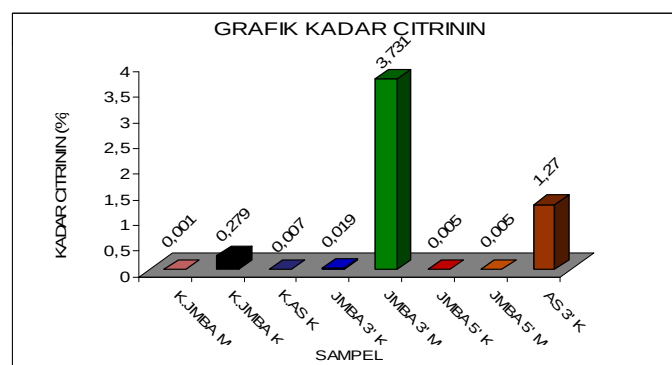
Hasil analisa pigmen kuning yang diukur berdasarkan persen berat angkak yang dilarutkan dalam pelarut methanol menunjukkan kadar tertinggi pada *M. purpureus* AS yang diberi penyinaran sinar ultra violet selama 3 menit yakni 3,675%. Kandungan pigmen ini lebih besar bila di bandingkan dengan kontrolnya yakni sebesar 1,921%. Untuk isolat *M. purpureus* JMBA K kadar pigmen tertinggi setelah AS3'K yang diberi penyinaran ultra violet 3 menit yakni 3,612% tapi pada penyinaran ultra violet 5 menit mengalami penurunan yaitu sebesar 0,844%. Apabila dibandingkan dengan kontrolnya hasil ini lebih besar karena kontrolnya hanya sebesar 0,2331% (w/v)

Kadar Citrinin

Ketiga isolat yang diberikan penyinaran UV dengan panjang gelombang 365 nm dan lamanya



Gambar 3. Kadar pigmen kuning *M. purpureus* JMBA dan AS dengan berbagai perlakuan UV



Gambar 4. Kadar citrinin *M. purpureus* Jmba dan AS dengan berbagai perlakuan UV

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar lovastatin, citrinin, pigmen merah dan kuning dari *M. purpureus* hasil mutagenesis dengan pendedahan UV.

Sampel Mutan	Kadar Lovastatin (%)	Kadar Citrinin (%)	Kadar Pigmen Merah	Kadar Pigmen Kuning
JMBA 3'K	1.798	0.019	3.806	3.612
JMBA 3'M	0.500	3.731	3.068	3.214
JMBA 5'K	0.041	0.005	1.006	0.844
JMBA 5'M	0.055	0.005	0.782	0.843
AS 3'K	1.903	1.270	3.612	3.675
Kontrol JMBA M	0.123	0.001	1.316	1.208
Kontrol JMBA K	0.023	0.279	0.291	0.233
Kontrol AS	0.033	0.007	1.318	1.921

Tabel 2. Asosiasi kadar lovastatin, citrinin dan pigmen *M. purpureus* antar perlakuan
* berbeda sangat signifikan dengan uji ANOVA

Perlakuan	Lovastatin	P*	Citrinin	P*	Pigmen Merah	P*	Pigmen Kuning	P*
Kontrol	0,06 ± 0,05	<0,01	0,10 ± 0,02	<0,01	0,97 ± 0,77	<0,01	1,12 ± 0,23	<0,05
UV 3'	1,40 ± 0,94		1,47 ± 2,97		3,50 ± 0,69		3,50 ± 0,52	
UV 5'	0,05 ± 0,03		0,01 ± 0,003		0,96 ± 0,27		0,91 ± 0,25	

waktu bervariasi berkisar antara 0, 3 dan 5 menit, kandungan citrinin dari ketiga isolat yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.

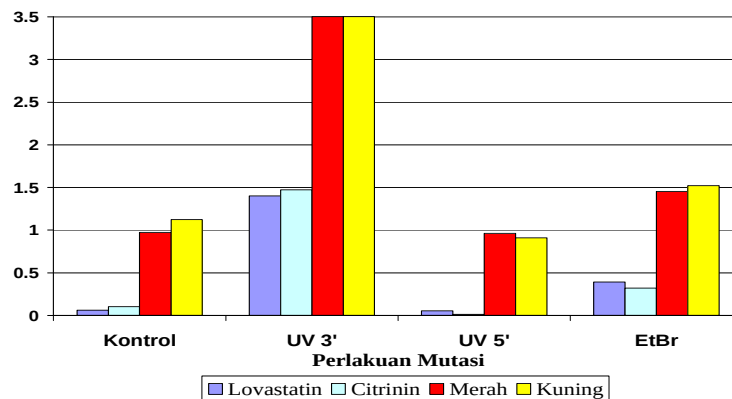
Data hasil mutagenesis dengan pendedahan UV disajikan lebih detail dalam Tabel 1. Mutan dengan kode JMBA3'K dapat menghasilkan lovastatin relatif lebih banyak (1,789%) dan kandungan citrinin yang lebih rendah (0,019%). Strain *M. purpureus* ini potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan aktif lovastatin dengan kekhawatiran toksisitas citrinin yang rendah. Mutan dengan kode AS3'K juga dapat menghasilkan lovastatin relatif tinggi (1,903%) namun menghasilkan juga citrinin yang relatif tinggi (1,270%). Sebagai perbandingan, kontrol isolat ini tanpa mutagenesis menghasilkan baik lovastatin maupun citrinin yang rendah.

Pada Gambar 5 dapat dilihat deskripsi kadar

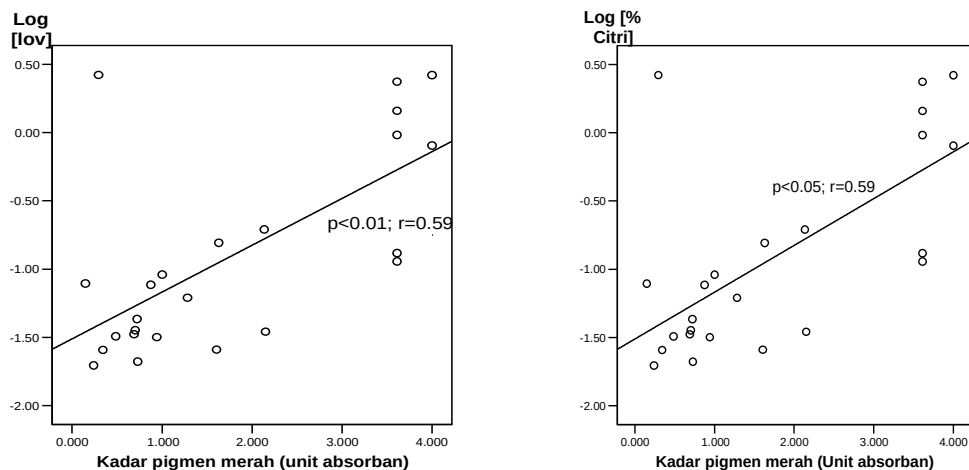
lovastatin, citrinin dan pigmen *M. purpureus* tiap perlakuan. Perlakuan pendedahan UV terhadap dua isolat *M. purpureus* JMBA dan AS dapat menghasilkan mutan dengan produksi lovastatin, citrinin, kadar pigmen merah dan kuning yang berbeda secara signifikan dengan kelompok yang tidak diberikan perlakuan tersebut. Perlakuan mutasi dengan pendedahan UV 3 menit memberikan hasil mutan dengan potensi menghasilkan konsentrasi relatif lovastatin, citrinin dan pigmen yang secara signifikan lebih besar dari perlakuan lainnya (Tabel 2).

PEMBAHASAN

Tidak tumbuhnya isolat *M. purpureus* dengan penyinaran selama 5, 10 dan 15 menit ini kemungkinan disebabkan oleh terlalu lamanya penyinaran dengan sinar UV, karena hal ini dapat merusak



Gambar 5. Deskripsi kadar lovastatin, citrinin, dan pigmen *M. purpureus* tiap perlakuan



Gambar 6. Korelasi antara lovastatin dan citrinin dengan pigmen merah.



Foto 1. Isolat As sebelum di UV (kiri) dan setelah di UV (kanan)

sel *M. purpureus* sehingga menyebabkan terjadinya kematian. Disini jelas terlihat bahwa sinar UV dengan panjang gelombang 365 nm dan lama penyinaran yang digunakan dapat mengakibatkan mutasi atau kematian sel. Terjadinya mutasi dapat dilihat dari mutan yang diseleksi berdasarkan kandungan relatif pigmentasi merah-kuning sebagai indikatornya (Gambar 2 dan Gambar 3) sedangkan kematian sel terjadi karena hasil pendedahan sinar ultraviolet yang mempengaruhi fungsi sel dengan mengubah material inti sel atau DNA, sehingga dapat menyebabkan kematian (Purwakusuma, 2007). Bila mikroorganisme disinari oleh sinar UV, maka protein dan asam nukleat dari mikroorganisme tersebut akan

menyerap energi sinar ultraviolet (Jay, 1996). Energi itu menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen pada basa nitrogen, sehingga terjadi modifikasi-modifikasi kimia dari nukleoprotein serta menimbulkan hubungan silang antara molekul-molekul timin yang berdekatan dengan berikatan secara kovalen. Hal ini merusak atau memperlemah fungsi-fungsi vital organisme dan kemudian akan membunuhnya. Reaksi kimia yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan proses metabolisme pada mikroorganisme yang mengarah pada kematian. Akbar (2006) mengatakan bahwa mutasi secara acak terjadi pada genome, mutasi ini membantu membunuh mikroba. Kejadian mutasi sangat jarang terlihat, hal ini disebabkan mutasi yang terjadi pada suatu gen tidak dapat menunjukkan penampakkannya, karena jumlah gen yang terdapat dalam satu individu banyak sekali, gen yang bermutasi bersifat letal, sehingga gejala mutasi tidak dapat diamati sebab individu segera mati sebelum dewasa, gen yang bermutasi umumnya bersifat resesif. Selanjutnya Atlas (1997) mengatakan bahwa absorpsi maksimal sinar ultra violet didalam sel terjadi pada asam nukleat, maka diperkirakan mekanisme utama kerusakan sel oleh sinar ultra violet pada sintesa asam nukleat di ribosom, sehingga mengakibatkan terjadinya mutasi atau kematian sel. Selanjutnya dikatakan bahwa sinar ultra violet hanya dapat efektif untuk mengendalikan mikroorganisme pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar ultra violet, atau mikroba berada didekat permukaan medium yang transparan (Atlas, 1997).

Wang *et al.* (2004) dalam penelitiannya mengatakan bahwa dengan diirradiasi UV isolat *M. purpureus* dapat meningkatkan kandungan lovastatinnya dibandingkan dengan tanpa di UV. Untuk *M. purpureus* JMBA K waktu penyinaran 0 menit memiliki kandungan lovastatin sebesar 0,023%, akan tetapi dengan penyinaran selama 3 menit ternyata kadar lovastatin sangat meningkat yakni sebesar 1,798% sedangkan dengan penyinaran 5 menit mengalami penurunan hingga 0,041%. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan penyinaran sinar

ultra violet selama 3 menit menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang 5 menit maupun dengan kontrolnya. Hal ini terjadi karena *M. purpureus* mengalami mutasi pada gen yang mengkode lovastatin sehingga terjadi peningkatan kandungan lovastatinnya, karena mutan diseleksi berdasarkan kandungan relatif pigmen merah dan pigmen kuning sebagai indikatornya dan kandungan lovastatin dan citrinin sebagai hasil ekspresi gen termutasi. Akibat mutasi ini dibuktikan dengan terjadinya perubahan warna dari isolat AS yang berwarna merah menjadi warna kuning setelah di UV (Foto 1). Perlakuan sel dengan sinar UV juga menghasilkan laju mutasi yang meningkat, tipe perlakuan ini akan menyebabkan pembentukan timin dimer. Hal ini menyebabkan gangguan (distorsi) pada DNA dan berakibat terjadinya kesalahan kesalahan selama replikasi DNA yang akan mengakibatkan perubahan pesan yang dibawa oleh DNA (Volk dan Wheeler, 2003). Mutasi dapat berakibat pada kesalahan menyandi protein dan keadaan ini jika tidak bersifat letal, biasanya menimbulkan penampakan fenotip yang berbeda dari keadaan normalnya, karena merupakan perubahan pada materi genetik, maka mutasi diwariskan pada keturunannya. Sedangkan *M. purpureus* AS diberikan sinar UV selama 0 menit mempunyai kadar lovastatin sebesar 0,033%, kandungan lovastatin sangat meningkat bahkan melebihi dari *M. purpureus* JMBA K 3' yakni sebesar 1,903% sedangkan pemberian sinar UV selama 5 menit pada *M. purpureus* AS tidak tumbuh atau mati.

Hasil penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang terdahulu yang dilakukan Kasim *et al.* (2006) dengan menggunakan isolat yang sama tetapi menggunakan media tumbuhnya beras kultivar Bah Butong menghasilkan kadar lovastatin berkisar antara 0,23 - 0,27% dan kultivar BP 1804 yang menghasilkan kadar lovastatin berkisar antara 0,20 - 0,21%. Demikian juga dengan hasil penelitian oleh Kasim *et al.* (2005) dengan menggunakan beras putih IR-42 kadar lovastatin dapat mencapai 0,92%. Penelitian ini tanpa pemberian sinar UV, tetapi

setelah di mutasi menghasilkan kandungan lovastatin yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 1,798 - 1,903%. Disini jelas terlihat bahwa kandungan lovastatin lebih tinggi menggunakan metode mutagenesis dibandingkan tanpa metode mutagenesis sehingga pendedahan dengan UV ternyata dapat lebih efektif menginduksi mutasi. Hasil analisa pigmen merah (Gambar 2) menunjukkan bahwa media dan suhu inkubasi yang sesuai (30°C) serta dengan adanya mutasi menggunakan sinar ultra violet selama 3 menit kadar pigmen merahnya dapat meningkat sangat tinggi. *M. purpureus* JMBA K mengalami peningkatan kadarnya sebesar 13 kali lipat dibandingkan dengan tanpa di mutasi. Berdasarkan hal tersebut maka kemungkinan untuk memproduksi zat warna makanan yang alami dapat di realisasikan. Masyarakat pun lebih suka dengan bahan pewarna yang alami karena lebih aman untuk dikonsumsi. Lee *et al.* (2001) dalam penelitiannya melaporkan 30g/l sumber karbon dapat meningkatkan pertumbuhan sel dan produksi pigmen *M. purpureus* sedangkan sumber nitrogen dapat menstimulasi konidia dan meningkatkan produksi biomassa. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Carvalho *et al.* (2005) yang mengatakan bahwa konsentrasi biopigmen *M. purpureus* lebih tinggi dihasilkan pada pH netral dan tanpa pemanasan .

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa *M. purpureus* dengan penyinaran ultra violet selama 3 menit mengalami peningkatan kadar pigmen kuning yang lebih besar bila di bandingkan dengan penyinaran selama 5 menit maupun kontrolnya. Wang *et al.* (2004) mengatakan bahwa mutagenesis merupakan salah satu metoda yang paling efektif untuk meningkatkan hiperpigmentasi

Dari hasil analisa pigmen merah dan pigmen kuning terlihat bahwa isolat yang menghasilkan pigmen paling baik yaitu pada *M. purpureus* JMBA kuning yang diberi penyinaran ultra violet selama 3 menit, karena menghasilkan pigmen merah tertinggi dengan kadar 3,806% dan pigmen kuning yang kadarnya tidak berbeda jauh

dengan yang menghasilkan pigmen kuning tertinggi. Kadar pigmen kuningnya adalah 3,612%. Hasil ini menunjukkan bahwa *M. purpureus* Jmb A kuning yang diberi penyinaran ultra violet selama 3 menit sangat potensial untuk di kembangkan menjadi bahan pewarna untuk makanan.

Pada Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa kandungan citrinin isolat setelah di UV mengalami penurunan yang signifikan, kecuali untuk isolat JMBA3'M dan AS3'K mengalami peningkatan yang signifikan. Wang *et al.* (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa mutagen secara kimia dan irradiasi dengan UV, 11 koloni menunjukkan ratio inhibisinya 99 %, hal ini mengindikasikan rendahnya produksi citrinin dibandingkan dengan tanpa di UV

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan citrinin terbesar terdapat pada isolat *M. purpureus* JMBA M pada penyinaran 3 menit dengan konsentrasi yang lebih besar dibandingkan dengan kontrolnya yang hanya sebesar 0,001%. Kemudian diikuti oleh *M. purpureus* AS yang diberi penyinaran sinar ultra violet selama 3 menit dengan kadar 1,270%. kandungan ini lebih besar bila di bandingkan dengan kontrolnya sebesar 0,007%. Sedangkan pada *M. purpureus* JMBA K yang diberi penyinaran UV 3 menit kandungannya sebesar 0,019% dan penyinaran UV 5 menit kandungannya sebesar 0,005%, lebih rendah dengan kontrolnya.

Citrinin dapat merusak sistem metabolisme, mengikat protein serum secara in vitro (Shimizu *et al.* 2005). Penelitian ini diharapkan memiliki kandungan citrinin yang rendah yakni pada isolat *M. purpureus* JMBA K dengan penyinaran ultra violet 5menit dan *M. purpureus* JMBA M pada penyinaran 5 menit, keduanya mempunyai kadar citrinin yang rendah yaitu 0,005%. Monica *et al.* (1999) mengatakan bahwa dari 12 tipe angkak ditemukan variasi konsentrasi citrinin berkisar antara 0,2-17,1 ppm. Jackson dan Ciegler (1978), Citrinin lebih sensitif terhadap pemanasan dimana setelah diotoklaf terjadi penurunan konsentrasi citrinin sebesar 19%. Wang *et al.* (2004) mengatakan bahwa jika ditambahkan etanol dan air ke dalam substrat *M. purpureus* N301

dapat menurunkan konsentrasi citrinin dan meningkatkan produksi monacolin K.

Hasil penelitian secara statistik terdapat korelasi antara konsentrasi lovastatin dan citrinin dengan konsentrasi pigmen merah (Gambar 6). Hal ini dapat terjadi karena biosintesis metabolit sekunder citrinin dan pigmen menggunakan bahan dasar poliketida yang relatif sama (Hajjaj *et al.*, 1999; Stocking dan Williams, 2003).).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa *M. purpureus* dapat mengalami mutasi dengan sinar ultra violet dengan panjang gelombang 365 nm penyinaran selama 3 dan 5 menit. Hasil analisa ketiga isolat *M. purpureus* yang diberikan penyinaran sinar UV yang terbaik digunakan sebagai penghasil lovastatin, pigmen merah dan kuning tertinggi serta citrinin yang rendah adalah *M. purpureus* JmbA K dengan penyinaran UV selama 3 menit. *M. purpureus* Jmb A K dapat menghasilkan kadar lovastatin, pigmen merah dan pigmen kuning yang tinggi yakni berturut-turut 1.798 %, 3.806 % dan 3.612 %, dan kadar citrinin yang rendah yaitu 0.019 % dibandingkan dengan 2 isolat lainnya yaitu *M. purpureus* JmbA M dan *M. purpureus* AS.

SARAN

Perlu penelitian lebih lanjut tentang uji secara genetik perubahan dari hasil mutagenesis. Juga perlu dilakukan penelitian mengenai mutagenesis satu titik dalam kerangka satu gen yang terarah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Puslit Biologi yang telah membiayai kegiatan ini (DIPA), ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Ernawati Kasim, Ratih Mellina Dewi, Dodi dan Acun yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri DC. 2001.** Statins' benefit begin to sprout. *J. Clin. Invest.* **108**, 365-366.
- Akbar MA. 2006.** Sterilisasi Air Minum dengan Sinar Ultraviolet. <http://fi.lib.itb.ac.id/>. Diakses pada tanggal 04 Juni 2010.
- Atlas RM. 1997.** *Handbook of Microbiological Media*. Second edition. LC Parks (Ed.). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Carvalho JC, BO Oishi, A Pandey and CR Soccol. 2005.** Biopigment from *Monascus*: strain selection, citrinin production and color stability. *Braz. Arch. Boil.technol.* **48(6)**, 885-894.
- Chen F and X Hu. 2005.** Study on red fermented rice with high concentration of monacolin K and Low concentration of citrinin. *Int. J. Food Microbiol.* **103**, 331-337.
- Endo A. 1979.** Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J. Antibiot.* **32**, 852-4.
- Erdogru O and R Azirak. 2004.** Review of the studies on the red yeast (*Monascus purpureus*). *Turkish Electronic Journal of Biotechnology* **2**, 37-49.
- Hajjaj H, A Klæbe, MO Loret, G Goma, PJ Blanc and J Francois. 1999.** Biosynthetic pathway of citrinin in the filamentous fungus *Monascus ruber* as revealed by 1.3C nuclear magnetic resonance. *App. Env. Microbiol.* **65(1)**, 311-314.
- Hajjaj H, P Neiderberger and P Duboc. 2001.** Lovastatin biosynthesis by *Aspergillus terreus* in a chemically defined medium. *App. Env. Microbiol.* **67**, 2596-2602.
- Harwing J, YK Chem, BPC Kennedy and PM Svot, 1997.** Occurrence patulin and patulin producing strains of *Penicillium expansum* innatural rots off apples in Canada. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* **6**, 22-25
- Hsu FL, PM Wang, SY Lu and WT Wu. 2002.** A combined solid-state and submerged cultivation integrated with adsorptive product extraction for production of *Monascus* red pigments. *Bioprocess Biosyst Eng.* **25(3)**, 165-8.
- Heber D, I Yip and JM Ashley. 1999.** Cholesterol-lowering effects of a proprietary chinese red-yeast-rice dietary supplement. *Am. J. Clin. Nutr.* **69**, 231-6.
- Jackson LK and A Ciegler. 1978.** Production and analysis of citrinin in corn. *Appl. Environ. Microbiol.* **36(3)**, 408-411.
- Jay JM. 1996.** *Modern Food Microbiology*. Fifth edition. International Thomson Publishing, Florance.
- Kasim E, N Suharna dan N Nurhidayat. 2006.** Kandungan pigmen dan lovastatin dalam angkak beras merah kultivar Bah Butong dan BP 1804 IF 9 yang difermentasi dengan *Monascus purpureus* Jmba. *Biodiversitas* **7(1)**, 7-9.
- Kasim E, S Astuti, dan N Nurhidayat. 2005.** Karakterisasi pigmen dan kadar lovastatin beberapa isolat *Monascus purpureus*. *Biodiversitas* **6(4)**, 245-247.
- Lee KB, NH park, HY Piao and WI Chung. 2001.** Production of red pigments by *Monascus purpureus* in sunmerged culture. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* **6**, 341-346.

- Lin YL, TH Wang, MH Lee and NW Su. 2008.** Biologically active components and nutraceuticals in the *Monascus*-fermented rice: a review. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **77** (5), 965-73.
- Ma J, Y Li, Q Ye, J li, Y Hua, D Ju, D Zhang, R Cooper and M Chang. 2000.** Constituents of red yeast rice, a traditional chinese food and medicine. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 5220-5225.
- Monica SF, Roel and FG Johanna. 1999.** Mutagenicity of commercial *monascus* fermentation products and the role of citrinin contamination. *Mutat. Res.* **444**, 7-16.
- Purwakusuma W. 2007.** *Filter Ultraviolet*. <http://www.ofish.com>. Diakses pada tanggal 04 Juni 2010.
- Shi YC and TM Pan. 2011.** Beneficial effect of *Monascus purpureus* NTU 568-fermented products. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **90**(4), 1207-17.
- Shimizu T, H Kinoshita, S Ishihara, K Sakai, S Nagai and T Nihira. 2005.** Polyketida synthase responsible for citrinin biosynthesis in *Monascus purpureus*. *Appl. Environ. Microbiol.* **71**(7), 3453-3457.
- Stocking EM and RM Williams. 2003.** Chemistry and biology of biosynthetic Diels-Alder reactions. *Angew. Chem. Int.* **42**, 3078-3115.
- Su YC, Wang, TT Lin and TM Pan. 2003.** Production of the secondary metabolites g-aminobutyric acid and monacolin K by *Monascus*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **30**, 41-46.
- Volk WA and MF Wheeler. 2003.** *Mikrobiologi Dasar* 2, 149-196. Alih bahasa Markham. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Wang JJ, CL Lee and TM Pan. 2004.** Modified mutation method for screening low citrinin producing strains of *monascus purpureus* on rice culture. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 6977-6982.
- Wild D. 2000.** Red mould rice (angkak). Analysis and detection in meat products. *Fleischwirtschaft.* **80**, 91-93
- Xu MJ, ZL Yang, ZZ Liang and SN Zhou. 2009.** Construction of a *Monascus purpureus* mutant showing lLower citrinin and higher pigment production by replacement of ctnA with pksI without using vector and resistance gene. *J. Agric. Food Chem.* **57**(20), 9764-9768.
- Zhelifonova VP, NG Vinokurova and SM Ozerskaya. 2000.** Effect of microelements on the biosynthesis of secondary metabolites by the fungus *Penicillium citrinum* Thom VKM F- 1079. *Microbiology.* **69**(5), 536-540