

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, Budiarmo

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).



LIPI

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 antarpeleliti dan arah ke mana topik riset akan diarahkan. Perhatikan kecerdasanmu dalam membuka peluang riset lanjut oleh diri sendiri atau orang lain melalui review ini.
9. Format makalah
 - a. Makalah diketik menggunakan huruf Times New Roman 12 point, spasi ganda (kecuali abstrak dan abstract 1 spasi) pada kertas A4 berukuran 70 gram.
 - b. Nomor halaman diletakkan pada sisi kanan bawah
 - c. Gambar dan foto maksimum berjumlah 4 buah dan harus bermutu tinggi. Gambar manual pada kertas kalkir dengan tinta cina, berukuran kartu pos. Foto berwarna akan dipertimbangkan, apabila dibuat dengan computer harus disebutkan nama programnya.
 - d. Makalah diketik dengan menggunakan program Word Processor.
10. Urutan penulisan dan uraian bagian-bagian makalah
 - a. Judul
Judul harus ringkas dan padat, maksimum 15 kata, dalam dwibahasa (Indonesia dan Inggris). Apabila ada subjudul tidak lebih dari 50 kata.
 - b. Nama lengkap penulis dan alamat koresponden
Nama dan alamat penulis(-penulis) lengkap dengan alamat, nomor telpon, fax dan email. Pada nama penulis(-penulis), diberi nomor superskrip pada sisi kanan yang berhubungan dengan alamatnya; nama penulis korespondensi (*correspondent author*), diberi tanda envelop (✉) superskrip. Lengkapi pula dengan alamat elektronik.
 - c. Abstrak dan Kata kunci

- Abstrak dan kata kunci ditulis dalam dwibahasa (Indonesia dan Inggris), maksimum 200 kata, spasi tunggal, tanpa referensi.
- d. Pendahuluan
Berisi latar belakang, masalah, hipotesis dan tujuan penelitian. Ditulis tanpa subheading.
 - e. Bahan dan cara kerja
Apabila metoda yang digunakan sudah baku dan merupakan ulangan dari metoda yang sudah ada, maka hanya ditulis sitiran pustakanya. Apabila dilakukan modifikasi terhadap metoda yang sudah ada, maka dijelaskan bagian mana yang dimodifikasi.
Apabila terdapat uraian lokasi maksi diberikan 2 macam peta, peta besar negara sebagai inset dan peta detil lokasi.
 - f. Hasil
Bagian ini menyajikan hasil utama dari penelitian. *Hasil* dipisahkan dari *Pembahasan*
 - g. Pembahasan
Pembahasan dibuat terpisah dari hasil tanpa pengulangan penyajian hasil penelitian. Dalam Pembahasan hindari pengulangan subjudul dari Hasil, kecuali dipandang perlu sekali.
 - h. Kesimpulan
Kesimpulan harus menjawab pertanyaan dan hipotesis yang diajukan di bagian pendahuluan.
 - i. Ucapan Terima Kasih
Ditulis singkat dan padat.
 - j. Daftar pustaka
Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - i. Jurnal
Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* **43**, 1559-1576.
 - ii. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - iii. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Septoteuthis 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 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 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 Subandryo (*Pusat Penelitian Ternak-Kemtan*)

Ekologi

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

Biokimia

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

Fisiologi

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

Biostatistik

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

Biologi Perairan Darat/Limnologi

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

Biologi Tanah

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

Biodiversitas dan Iklim

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

Biologi Kelautan

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

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 Sulistyono – *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 Sulistyarningsih 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>Wirdateji</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

**SIFAT ANTIOKSIDAN, KANDUNGAN FENOLAT TOTAL dan FLAVONOID
TOTAL EKSTRAK KULIT BATANG MERTAPANG (*Terminalia copelandii* Elmer)*
[Antioxidant Properties, Total Phenolic and Total Flavonoid Content of Mertapang
(*Terminalia copelandii* Elmer) Bark Extract]**

Tri Murningsih

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong Science Center (CSC-LIPI)

Jln Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911

e-mail: herbogor@indo.net.id

ABSTRACT

The antioxidant properties of methanolic extract of *T. copelandii* Elmer bark have been evaluated by using free radical (DPPH) scavenging assay, reduction power and β -caroten bleaching assay. Ascorbic acid (vitamin C) and "butylated hydroxytoluene" (BHT) were used as positive control or antioxidant standard. Total phenolic content was estimated by using Folin-Ciocalteu reagent and expressed in gallic acid (Gallic Acid Equivalent), while total flavonoid content was estimated by using aluminium chloride reagent and expressed in routine (Routine Equivalent). The result shows antiradical activity of extract on concentration 40 μ g/ml was 89.96%, lower than vitamin C (95.61%) but higher than BHT ((52.25%). The reducing power of extract on concentration 50 μ g/ml has absorbance value 0.644 lower than vitamin C (0.769), but higher than BHT (0.475). During 2 hours incubation, extract on concentration 50 μ g/ml inhibited β -caroten bleaching 69.46% higher than control negative (35.81%), but lower than BHT (85.99%). Estimation of total phenolic and total flavonoid content showed that extract contained 350.40 μ g (GAE)/g extract and 277.50 μ g (RE)/g extract respectively. The antioxidant properties may be attributed to the presence of phenolic and flavonoid compounds present in the extract.

Key word: Mertapang, *Terminalia copelandii* Elmer, antioxidant, phenolic, flavonoid.

ABSTRAK

Sifat antioksidan ekstrak metanol kulit batang *T. copelandii* telah dievaluasi dengan menggunakan uji pengangkal radikal bebas DPPH, kemampuan reduksi dan peluruhan β -karoten. Asam askorbat (vitamin C) dan "butylated hydroxytoluene" (BHT) digunakan sebagai kontrol positif atau standart antioksidan. Kandungan fenolat total diestimasi dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan dinyatakan sebagai asam gallat (Gallic Acid Equivalent) sedangkan kandungan flavonoid total diestimasi dengan menggunakan reagen aluminium klorida dan dinyatakan sebagai rutin (Rutine Equivalent). Hasilnya menunjukkan bahwa pada konsentrasi 40 μ g/ml ekstrak mempunyai aktivitas antiradikal sebesar (89,96%), lebih kecil dari vitanin C (95,61%) namun lebih besar dari BHT ((52,25%). Pada konsentrasi 50 μ g/ml ekstrak mempunyai kemampuan reduksi dengan nilai absorbansi 0,644 lebih kecil dibanding vitamin C (0,769) tetapi lebih besar dari BHT (0,475). Pada waktu inkubasi selama 2 jam dengan konsentrasi 50 μ g/ml ekstrak mampu menghambat peluruhan β -karoten sebesar 69,46% lebih besar dari kontrol negatif (35,81%) tapi lebih kecil dari BHT (85,99%). Hasil estimasi kandungan fenolat total dan flavonoid total menunjukkan bahwa ekstrak mengandung fenolat sebesar 350,40 μ g (GAE)/g ekstrak dan flavonoid total sebesar 277,50 μ g (RE)/g ekstrak. Sifat antioksidan berkaitan dengan kandungan senyawa fenolat dan flavonoid dalam ekstrak.

Kata kunci: Mertapang, *Terminalia copelandii* Elmer, antioksidan, fenolat, flavonoid.

PENDAHULUAN

Tingkat pencemaran udara di daerah perkotaan relatif tinggi yang disebabkan oleh polusi akibat dari asap buangan kendaraan bermotor dan asap rokok. Kecenderungan masyarakat kota cukup tinggi dalam mengkonsumsi makanan instan yang kemungkinan besar mengandung bahan pengawet, bahan pewarna, bahan penikmat dan pestisida. Kondisi seperti ini menyebabkan senyawa-senyawa xenobiotik mudah masuk ke dalam tubuh menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit. Senyawa-senyawa xenobiotik dapat berupa logam berat atau senyawa radikal bebas. Radikal bebas adalah senyawa atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih

elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. (Alfarabi,2010).

Stres oksidatif adalah keadaan dimana kadar radikal bebas (Oxygen Reactive Species-ROS) di dalam tubuh melebihi kapasitas tubuh untuk menetralsasinya. Pada keadaan ini kelebihan radikal dapat menyerang sel, bereaksi dengan lipida, protein dan asam nukleat sehingga menimbulkan kerusakan membran sel atau bahkan kerusakan sel secara keseluruhan dan menyebabkan terjadinya disfungsi organ. Akibatnya timbul berbagai macam penyakit serius antara lain kanker, jantung, atherosclerosis, katarak, penuaan dini serta penyakit neurodegeneratif seperti alzheimer dan yang lainnya (Kris-Etherton *et al.*, 2004; Conforti *et al.*, 2008).

Untuk menangkal aksi radikal bebas tersebut diperlukan elektron donor, elektron dari molekul donor akan pindah ke molekul radikal bebas sehingga radikal bebas bersifat stabil. Molekul atau senyawa pendonor elektron itu disebut antioksidan.

Gerakan kembali ke alam "back to nature" semakin banyak dilakukan oleh penduduk dari negara-negara maju maupun negara berkembang termasuk Indonesia. Indonesia adalah negara yang kaya akan sumber daya alam, terutama keanekaragaman hayatinya. Nenek moyang banyak mengetahui jenis-jenis tumbuhan obat dan memanfaatkannya secara tradisional. Keanekaragaman hayati dan pengetahuan nenek moyang akan jenis-jenis tumbuhan obat ini menjadi dasar dalam upaya penggalan melalui penelitian dan pengembangan sumber bahan obat dari tumbuhan.

Mertapang (*Terminalia copelandii* Elmer) merupakan tumbuhan tinggi dari famili Combretaceae, umumnya tumbuh di daerah yang beriklim tropik seperti negara-negara di kawasan Asia Tenggara. Laporan penelitian menyebutkan bahwa beberapa tumbuhan dalam genus *Terminalia* mempunyai potensi sebagai sumber bahan obat. *T. catappa* mempunyai sifat sebagai antioksidan, hepatoprotektif dan antidiabetes (Kinoshita *et al.*, 2007; Nagappa *et al.*, 2003). *T. Chebula* mempunyai aktivitas antioksidan (Cheng *et al.*, 2003). *T. bellerica* bersifat antioksidan dan antidiabetes (Nampoothiri *et al.*, 2011; Sabu and Kuttan, 2009). Namun belum diketemukan laporan penelitian dari *Terminalia copelandii* Elmer dalam kaitannya dengan potensinya sebagai tumbuhan obat. Sedangkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *T. copelandii* mempunyai aktivitas antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan ekstrak kulit batang *T. copelandii* serta mengestimasi kandungan senyawa fenolat dan flavonoidnya.

BAHAN DAN METODA

Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah ekstrak metanol dari kulit batang *T. copelandii*, koleksi Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah reagen Folin-Ciocalteu, natrium karbonat, natrium nitrit, aluminium klorida, natrium hidroksida, asam gallat, kalium ferrisianida, "butylated hydroxytoluene" (BHT), ferri klorida, asam trikloroasetat, metanol pa dan tween 20 produksi dari Merck (Germany). Rutin produksi dari Nakarai Chemicals LTD, Japan; Asam askorbat merupakan produksi dari Phyto Technology Laboratories; 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), β -caroten dan asam linoleat diperoleh dari aldrich Sigma USA.

Estimasi kandungan fenolat Total

Estimasi kandungan senyawa fenolat total dilakukan dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu (Orak, 2006). Sebanyak 0,1 ml larutan ekstrak dengan konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$ ditambah 7,9 ml akuades dan 0,5 ml reagen Folin-Ciocalteu, dikocok pelan-pelan, diamkan selama 8 menit. Kemudian tambahkan 1,5 ml larutan Na_2CO_3 (20 %), dihomogenkan dan diamkan selama 2 jam pada suhu kamar. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm. Untuk menghitung kandungan fenolat total diperlukan kurva standar asam gallat. Kurva standar asam gallat dibuat pada variasi konsentrasi (25–150 $\mu\text{g/ml}$) dengan cara yang sama. Kadar fenolat dinyatakan sebagai mg ekuivalen asam galat/g ekstrak. Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.

Estimasi kandungan flavonoid total

Estimasi kandungan flavonoid total dilakukan secara kolorimetri (Rohman *et al.*, 2010). Sebanyak 1 ml larutan ekstrak dengan konsentrasi 100 $\mu\text{g/ml}$ dimasukkan ke dalam tabung reaksi volume 10 ml yang telah berisi 4 ml akuades. Pada menit pertama ditambahkan 0,3 ml natrium nitrit (5%). Pada menit ke-lima ditambahkan 0,3 ml aluminium klorida (10%) dan pada menit ke-enam ditambahkan 2 ml natrium hidroksida (1M). Segera

tambahkan 2,4 ml akuades kedalam larutan campuran. Kocok perlahan-lahan kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 510 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Untuk menghitung kandungan flavonoid diperlukan kurva standar rutin. Kurva standar dibuat pada variasi konsentrasi (10–100) µg/ml dengan cara yang sama. Kadar flavonoid dalam ekstrak dihitung sebagai mg ekuivalen rutin/g ekstrak. Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.

Aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan ekstrak diukur dengan menggunakan 3 cara, yaitu dengan mengukur aktivitas antiradikal bebasnya, kemampuan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dan peluruhan β -caroten.

Aktivitas Antiradikal DPPH

Aktivitas antiradikal ekstrak diukur dengan menggunakan metode Sanchez-Moreno *et al.* (1998) dan Mathew and Abraham (2006). Sebanyak 1 ml larutan ekstrak dengan konsentrasi (10-40) µg/ml, ditambah 1 ml larutan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) 0,05 mM kemudian ditambahkan metanol menjadi 5 ml, dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 517 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sebagai kontrol positif digunakan asam askorbat (vitamin C) dan BHT, sedangkan kontrol negatif dilakukan tanpa menggunakan larutan ekstrak. Uji ini dilakukan dalam 3 kali ulangan. Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = [1 - A_1/A_0] \times 100$$

A_0 : nilai absorbansi kontrol (tanpa sampel)

A_1 : nilai absorbansi larutan uji

Kemampuan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}

Kemampuan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dari ekstrak diukur dengan menggunakan metode Gülçin *et al.* (2007). Sebanyak 1 ml larutan ekstrak dengan variasi konsentrasi (10- 50) µg/ml, ditambah 2,5 ml larutan bufer fosfat (2M, pH 6,6) dan 2,5 ml larutan

kalium ferisianida [$\text{K}_3 \text{Fe}(\text{CN})_6$] (1%). Larutan campuran diinkubasi pada suhu 50°C selama 20 menit, dinginkan kemudian tambahkan 2,5 ml larutan asam trikloroasetat (10%) dan dipusingkan pada 3000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 2,5 ml dari lapisan atas ditambah 2,5 ml akuades dan 0,5 ml larutan FeCl_3 (1%) kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 700 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sebagai kontrol positif digunakan vitamin C dan BHT. Uji kemampuan reduksi ini dilakukan dalam 3 kali ulangan. Kenaikan absorbansi dari hasil reaksi menunjukkan peningkatan kemampuan reduksi dari sampel uji.

Peluruhan β -caroten

Peluruhan warna β -caroten merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan (Geckil *et al.*, 2005; Ismail dan Hong, 2002). Sebanyak 2 mg β -caroten dilarutkan dalam 10 ml kloroform, pipet 1 ml dimasukkan dalam labu distilasi 50 ml kemudian tambahkan 20 µl asam linoleat dan 200 µl Tween 20. Kloroform dalam larutan campuran diuapkan dengan menggunakan rotary evaporator. Selanjutnya tambahkan 100 ml akuades sedikit demi sedikit diatas “stirrer” hingga membentuk emulsi. Sebanyak 5 ml larutan emulsi ditambahkan pada setiap tabung reaksi yang berisi 1 ml larutan sampel (50 µg/ml), 1 ml akuades (kontrol negatif) dan 1 ml vitamin C (50 µg/ml) sebagai kontrol positif. Larutan campuran dalam tabung reaksi diinkubasi pada suhu 50°C. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 470 nm pada interval waktu 15 menit selama 2 jam.

HASIL

Kandungan fenolat total diestimasi dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu dan menggunakan asam gallat sebagai standar senyawa fenolat. Metode ini cukup sederhana, prinsip kerjanya berdasarkan pada reaksi oksidasi fenolat oleh molybdotungstate (reagen Folin-Ciocalteu) menghasilkan senyawa berwarna biru dengan

panjang gelombang maksimum 765 nm (Orak, 2006). Kurva kalibrasi linier dari asam gallat dengan koefisien (R^2) 0,9902 mendekati 1 membuktikan bahwa persamaan regresi tersebut adalah linier dan ketepatan yang cukup tinggi (Gambar 1). Dengan menggunakan persamaan regresi linier tersebut dapat dihitung kandungan fenolat total dalam ekstrak yang dinyatakan sebagai asam gallat (GAE) dalam $\mu\text{g/g}$ ekstrak (Tabel 1).

Kandungan flavonoid total diestimasi dengan mereaksikan sodium nitrit dan aluminium klorida dalam suasana alkali membentuk senyawa kompleks flavonoid-aluminium berwarna pink. Absorbansinya dapat dimonitor pada panjang gelombang maksimum 510 nm (Abu Bakar *et al.*, 2009). Kandungan total flavonoid dinyatakan sebagai rutin (RE) dalam $\mu\text{g/g}$ ekstrak. Kurva kalibrasi rutin untuk estimasi kandungan flavonoid tersaji dalam Gambar 2, sedangkan kandungan flavonoid total dapat dilihat dalam Tabel 1.

Aktivitas Antiradikal DPPH

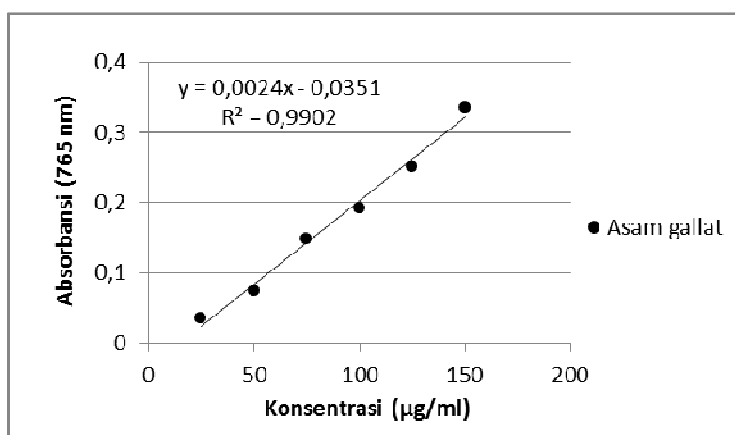
Aktivitas antiradikal diukur dengan

menggunakan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). DPPH merupakan senyawa radikal bebas karena mempunyai satu atom nitrogen yang elektronnya tidak berpasangan. Apabila bereaksi dengan senyawa (ekstrak) yang mampu mendonorkan elektron atau atom hidrogen maka senyawa radikal 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil berubah membentuk 1,1-difenil-2-pikrilhidrazin. Terjadinya reaksi ini ditandai dengan perubahan warna dari ungu memudar berubah menjadi kuning (Rohman *et al.*, 2010).

Gambar 3 memperlihatkan bahwa dengan semakin meningkatnya konsentrasi, baik dari ekstrak maupun kontrol positifnya (BHT atau “butylated hydroxytoluen” dan vitamin C) semakin meningkat pula aktivitas antiradikalnya. Pada konsentrasi 40 $\mu\text{g/ml}$ aktivitas antiradikal vitamin C telah mencapai 95,61% sedangkan ekstrak (89,96%) dan BHT (52,25%).

Kemampuan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}

Kemampuan reduksi ekstrak diukur dari kemampuan ekstrak bertindak sebagai donor elektron pada reaksi reduksi ferisianida $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ menjadi

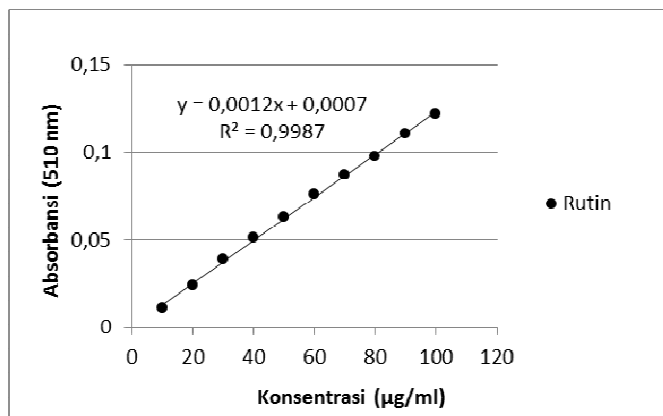


Gambar 1. Kurva kalibrasi asam gallat untuk estimasi kandungan fenolat total
Nilai absorbansi merupakan rerata dari 3 kali ulangan.

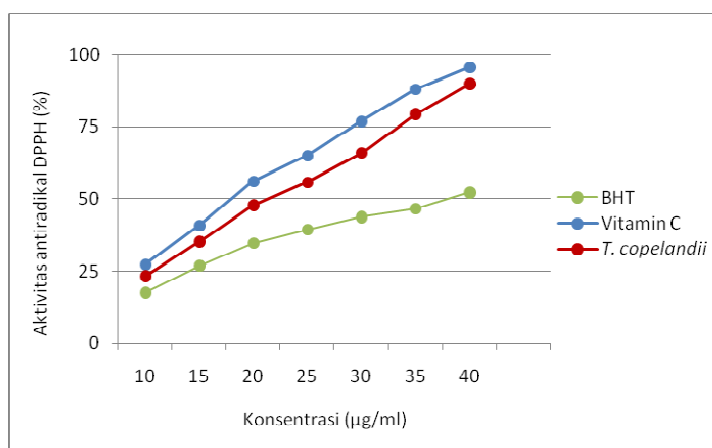
Tabel 1. Kandungan fenolat total dan flavonoid total ekstrak *T. copelandii*

Ekstrak	Absorbansi	Fenolat total ($\mu\text{g GAE/g}$ ekstrak)	Absorbansi	Flavonoid total ($\mu\text{g RE/g}$ ekstrak)
<i>T. copelandii</i>	0,049	350,40	0,034	277,50

Keterangan: GAE, gallic acid equivalen; RE, Rutin equivqlen
Nilai absorbansi merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan.



Gambar 2. Kurva kalibrasi rutin untuk estimasi kandungan flavonoid total. Nilai absorbansi merupakan rerata dari 3 kali ulangan.



Gambar 3. Aktivitas antiradikal ekstrak *T. copelandii*, vitamin C dan katekin. Nilai aktivitas antiradikal merupakan rerata dari 3 kali ulangan.

ferosianida $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$. Dengan penambahan ion Fe^{3+} (FeCl_3) pada ion ferosianida hasil reduksi maka akan terbentuk senyawa kompleks $(\text{Fe}^{3+})_4[\text{Fe}^{2+}(\text{CN})_6]^{3-}$ berwarna hijau kebiruan (“Perl’s Prussian blue”) yang mempunyai panjang gelombang maksimum 700 nm (Ribeiro *et al.*, 2008).

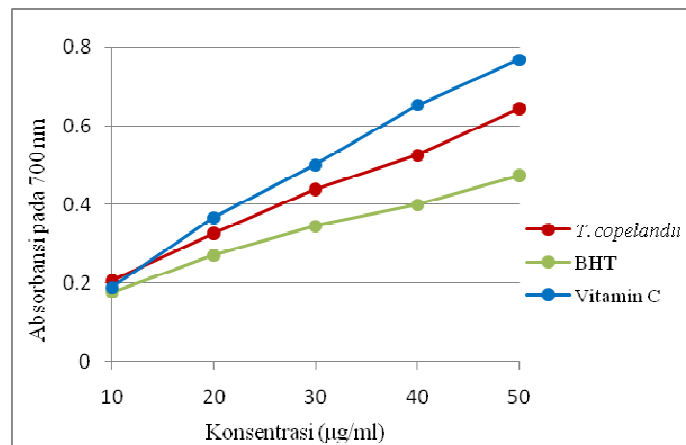
Gambar 4 memperlihatkan dengan semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak maupun kontrol positifnya (BHT dan vitamin C) semakin meningkat nilai absorbansinya. Pada konsentrasi ekstrak 50 µg/ml nilai absorbansi mencapai 0,644 lebih kecil dibanding vitamin C (0,769) tetapi lebih besar dari BHT (0,475). Semakin tinggi nilai absorbansi menggambarkan semakin tinggi konsentrasi ion ferosianida hasil reduksi, itu berarti semakin tinggi

kemampuan reduksi ekstrak.

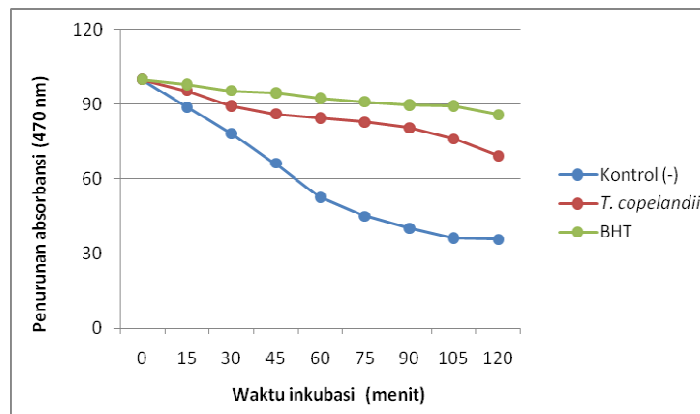
Peluruhan β -caroten

Molekul β -caroten mempunyai banyak ikatan tidak jenuh sehingga sangat sensitif terhadap radikal bebas. Dalam metode ini asam linoleat akan mengalami auto-oksidasi membentuk radikal bebas pentadienil. Sifat radikal bebas yang sangat reaktif akan merusak ikatan tidak jenuh dari molekul β -caroten menyebabkan molekul β -caroten kehilangan ikatan konyugasi akibatnya karakter warna oranye dari carotenoid hilang atau memudar (Arya and Yadav, 2011).

Gambar 5, memperlihatkan nilai absorbansi β -caroten dari kontrol negatif (tanpa ekstrak/



Gambar 4. Kemampuan reduksi ekstrak *T. copelandii*, BHT dan vitamin C. Nilai absorbansi merupakan rerata dari 3 kali ulangan.



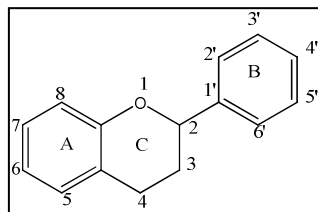
Gambar 5. Penurunan nilai absorbansi β -caroten yang mengandung ekstrak *T. copelandii*, BHT dan kontrol negatif. Nilai absorbansi merupakan nilai rerata dari 3 kali ulangan.

antioksidan) terus menurun seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi, dikarenakan molekul β -caroten terus mengalami peluruhan warna. Hal ini menunjukkan bahwa molekul β -caroten terus diserang oleh radikal bebas pentadienil tanpa adanya penghambat (antioksidan). Sedangkan ekstrak *T. copelandii* mampu menghambat serangan pentadienil sehingga laju penurunan absorbansinya tidak setajam kontrol negatif. Daya hambat oksidasi dari kontrol positif BHT lebih besar dibanding ekstrak yang dapat dilihat dari penurunan absorbansinya tidak terlampaui tajam. Pada waktu inkubasi 2 jam, nilai penurunan absorbansi dari kontrol negatif sebesar 35,81% lebih kecil dibanding ekstrak 69,46% lebih kecil dari BHT 85,99%. Hal ini menunjukkan ekstrak mempunyai aktivitas antioksidan namun masih dibawah BHT.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ekstrak *T. copelandii* mengandung fenolat total sebesar 350,40 μg GAE/g dan flavonoid total sebesar 277,50 μg RE/g. Tiga metode yang digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak mempunyai aktivitas antiradikal, mempunyai kemampuan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} serta dapat menghambat peluruhan molekul β -caroten. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak mampu bertindak sebagai donor atom hidrogen atau dapat dikatakan bahwa ekstrak *T. copelandii* mempunyai sifat antioksidan.

Senyawa fenolat dan flavonoid adalah senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan yang mempunyai banyak gugus $-\text{OH}$ dalam struktur



Gambar 6. Struktur dasar molekul flavonoid

molekulnya. Khan *et al.* (2012) menyebutkan bahwa senyawa fenolat dan flavonoid mempunyai sifat antioksidan yang tinggi. Secara umum, kaitan antara fenolat dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan bergantung dari struktur kimianya. Hubungan antara struktur kimia fenolat dengan aktivitasnya sebagai antioksidan cukup menarik, fenolat yang mengandung 1 gugus –OH hanya mempunyai aktivitas sangat kecil. Aktivitas antioksidan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah gugus –OH dalam molekulnya. Sedangkan aktivitas antioksidan dari flavonoid sangat berkaitan dengan posisi –OH dan tingkat hidroksilasi dari molekul. Posisi dan jumlah gugus –OH pada ring B sangat berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Flavonoid yang mengandung 2 buah gugus pada 3'-4' pada ring B memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat dibanding dengan flavonoid yang mempunyai gugus –OH pada ring A (Gambar 6) (Miller and Rice-Evans, 1997; Robards *et al.*, 1999).

Berdasarkan data penelitian ini dapat diketahui bahwa ekstrak mengandung senyawa fenolat dan flavonoid serta mempunyai aktivitas antioksidan. Diperkirakan kedua senyawa tersebut adalah senyawa aktif sebagai antioksidan namun belum diketahui struktur kimia.

KESIMPULAN

Ekstrak metanol kulit batang mertapang (*T. copelandii*) mengandung senyawa fenolat dan flavonoid. Ekstrak bersifat antioksidan, mempunyai aktivitas antiradikal bebas (DPPH), mempunyai kemampuan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} serta dapat menghambat laju peluruhan warna β -caroten. Hasil penelitian ini memberi informasi bahwa kulit batang mertapang (*T. copelandii*) berpotensi sebagai sumber antioksidan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar MF, M Mohamed, A Rahmat and J Fry. 2009. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Food Chemistry* **113**, 479–483.
- Alfarabi M. 2010. Kajian Antidibetogenik Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) *In-vitro*. Thesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Arya V and JP Yadav. 2011. Antioxidant properties of the methanol extracts of the leaves, seeds and steam of *Cassia occidentalis*. *Research Journal of Medicinal Plant* **5**(5), 547-556.
- Cheng HY, TC Lin, KH Yu, CM Yang and CC Lin. 2003. Antioxidant and free radical scavenging activities of *Terminalia chebula*. *Biol. Pharm. Bull.* **26**(9), 1331-1335.
- Conforti F, S Sosa, M Marrelli, F Menichini, GA Statti, D Uzunov, A Tubaro, F Menichini and RD Loggia. 2008. *In vivo* anti-inflammatory and *in vitro* antioxidant activities of Mediterranean dietary plants. *Journal of Ethnopharmacology* **116**, 144–151.
- Geckil H, B Ates, G Durmaz, S Erdogan and I Yilmaz. 2005. Antioxidant, free radical scavenging and metal chelating characteristic of propolis. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* **1**(1), 27-31.
- Gülçin I, R Elias, A Gepdiremen, L Boyer and E Köksal. 2007. A comparative study on the antioxidant activity of fringe tree (*Chionanthus virginicus* L) extracts. *African journal of Biotechnology* **6**(4), 410-418.
- Ismail A and TS Hong. 2002. Antioxidant activity of selected commercial seaweeds. *Mal J Nutr.* **8**(2), 167-177.
- Khan RA, MR Khan, S Sahreen and M Ahmmed. 2012. Evaluation of phenolic content and antioxidant activity of various solvent extract of *Sonchus asper* (L.) Hill. *Chemistry Central Journal*, **6**:12
- Kinoshita S, Y Inoue, S Nakama, T Ichiba and Y Aniya. 2007. Antioxidant and hepatoprotective actions of medicinal herb, *Terminalia catappa* L. from Okinawa Island and its tannin corilagin. *Phytomedicine* **14** (11), 755–762.
- Kris-Etherton PM, M Lefevre, GR Beecher, MD Gross, CL Keen and TDEtherton. 2004. Bioactive compounds in nutrition and health-research methodologies for establishing biological function: the antioxidant and antiinflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis. *Annual Review of Nutrition* **24**, 511–538.
- Mathew S and TE Abraham. 2006. Studies on the antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extract, through various *in vitro* models. *Food Chemistry* **94**, 520-528.
- Miller NJ and CA Rice-Evans. 1997. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS radical cation assay. *Free Radical Res.* **26**, 195-199.
- Nagappa AN, PA Thakurdesai, NV Raob and J Singh. 2003. Antidiabetic activity of *Terminalia catappa* Linn.fruits. *Journal of Ethnopharmacology* **88**, 45–50.
- Nampoothiri SV, A Prathapan, OL Cherian, KG Raghu, VV

- Venugopalanand A Sundaresan. 211.** In vitro antioxidant and inhibitory potential of *Terminalia bellerica* and *Emblica officinalis* fruits against LDL oxidation and key enzymes linked to type 2 diabetes. *Food Chem. Toxicol.* **49(1)**, 125-131.
- Orak HH. 2006.** Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, poly-phenoloxidase activities in red grape varieties. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology* **9(1)**, 118.
- Ribeiro SMR, LCA Barbosa, J Queiroz, HM Knodler and A Schieber. 2008.** Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chemistry*, **110**: 620–626.
- Robards K, PD Prenzler, G Tucker, P Swatsitang and W Glover. 1999.** Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.* **66**, 401-436.
- Rohman A, S Riyanto, N Yuniarti, WR Saputra, R Utami and W Mulatsih. 2010.** Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam). *International Food Research Journal* **17**, 97-106.
- Sabu MC and R Kuttan. 2009.** Antidiabetic and antioxidant activity of *Terminalia bellerica* Roxb. *Indian Journal of experimental Biology* **47**, 270-275.
- Sanchez-Moreno C, JA Larrauri and F Saura-Calixto. 1998.** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food and Agric.* **76**, 270-276.