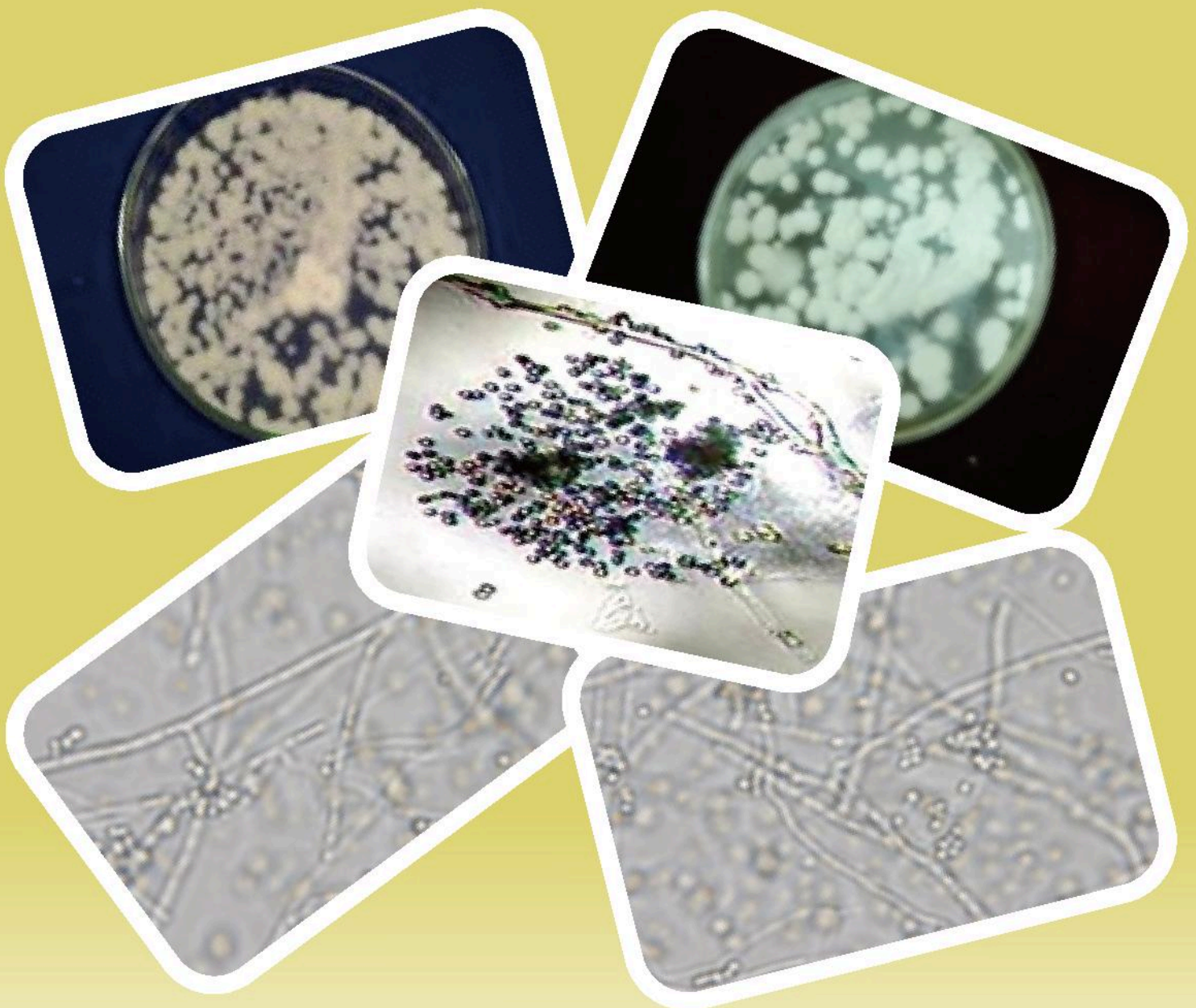


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 2 Agustus 2016

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
No. 636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
Gono Semiadi
Atit Kanti
Ary P. Keim
Siti Sundari
Evi Triana
Kartika Dewi

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

Alamat (*Address*)

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com



ISSN 0126-1754
636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015
Volume 15 Nomor 2, Agustus 2016

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

Berita Biologi	Vol. 15	No. 2	Hlm. 107 - 206	Bogor, Agustus 2016	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	----------------	---------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
15(2) – Agustus 2016

Dr. Nuril Hidayati
Dr. Atit Kanti, S.Si., M. Sc.
Prof. Dr. Tukirin Partomihardjo
Dr. Kusuma Dewi Sri Yulita
Dr. Tjandra Chrismadha
Dr. Joko Sulistyو
Dr. Dwi Setyo Rini
Dr. Dono Wahyuno
Dr. Ir. Fauzan Ali M. Sc.
Dr. Heddy Julistiono
Waras Nurcholis, SSi, MSi.
Evi Triana S.Si., M.Kes

EVALUASI AKTIVITAS ANTI-INFLAMASI DAN ANTIOKSIDAN SECARA *IN-VITRO*, KANDUNGAN FENOLAT DAN FLAVONOID TOTAL PADA *Terminalia* spp. [Evaluation of *In-vitro* Anti-inflammatory and Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoic Contain on *Terminalia* spp.]

Tri Murningsih✉ dan Ahmad Fathoni
Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI,
Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong 16911.
e-mail: melania_tri@yahoo.com
Revisi: 29 Juli 2016

ABSTRACT

Terminalia is the second largest genus of Combretaceae family, consists of 200 species distributed in the tropics and subtropics. Many species of *Terminalia* are well known in traditional medicine in several countries of Africa and Asia. In this study, bark extracts of four species of *Terminalia* (*T. catappa*, *T. citrina*, *T. bellirica* and *T. macadamii*) were evaluated for their *in-vitro* anti-inflammatory and antioxidant activity. Determination of the anti-inflammatory activity was carried out using red blood cell membrane stabilization assay and the antioxidant activity was carried out using DPPH free radical scavenging and ferric reducing power assay. Estimation of total phenolic content was carried out using Folin-Ciocalteu reagent, while total flavonoid content using aluminium trichloride reagent. The results showed that extract of *T. catappa* has the most potent anti-inflammatory activity ($IC_{50} = 97,83 \pm 0,0100 \mu\text{g/mL}$) and the most powerful antioxidant activity of DPPH free radical scavenging ($IC_{50} = 21,8900 \pm 0,0264 \mu\text{g/mL}$) and ferric reducing power ($IC_{50} = 87,1533 \pm 0,04163 \mu\text{g/mL}$). The weakest anti-inflammatory activity was *T. citrina* extract ($IC_{50} = 159,35 \pm 0,0200 \mu\text{g/mL}$), whereas *T. bellirica* extract demonstrated the weakest antioxidant activity of DPPH free radical scavenging ($IC_{50} = 44,4867 \pm 0,0153 \mu\text{g/mL}$) and ferric reducing power ($IC_{50} = 140,89 \pm 0,04 \mu\text{g/mL}$). The extract of *T. citrina* has the highest content of total phenolic ($84,8167 \pm 0,53407 \text{ mg GAE/g}$) and flavonoid ($23,1200 \pm 1,7149 \text{ mg RE/g}$) while the *T. macadamii* extract has the lowest content of total phenolic ($24,3700 \pm 0,0173 \text{ mg GAE/g}$) and flavonoid ($13,2667 \pm 0,3386 \text{ mg RE/g}$).

Key words: *Terminalia* spp., anti-inflammatory, antioxidant, bioautography

ABSTRAK

Terminalia adalah marga terbesar kedua dari famili Combretaceae, terdiri dari 200 jenis tersebar di daerah tropis dan subtropis. Banyak jenis *Terminalia* dikenal dalam pengobatan tradisional di beberapa negara Afrika dan Asia. Pada penelitian ini, ekstrak kulit batang dari empat jenis *Terminalia* (*T. catappa*, *T. citrina*, *T. bellirica* and *T. macadamii*) dievaluasi aktivitas anti-inflamasi dan antioksidannya secara *in-vitro*. Penentuan aktivitas anti-inflamasi dilakukan menggunakan uji stabilisasi membran sel darah merah dan aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan uji menangkap radikal bebas DPPH dan reduksi ion besi. Estimasi kandungan fenolat total menggunakan pereaksi Folin-Ciocalteu sedangkan kandungan flavonoid total menggunakan pereaksi aluminium triklorida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *T. catappa* (memiliki aktivitas anti-inflamasi paling kuat ($IC_{50} = 97,83 \pm 0,0100 \mu\text{g/mL}$) dan aktivitas antioksidan paling kuat pada uji menangkap radikal bebas DPPH ($IC_{50} = 21,8900 \pm 0,0264 \mu\text{g/mL}$) dan reduksi ion besi ($IC_{50} = 87,1533 \pm 0,04163 \mu\text{g/mL}$). Ekstrak *T. citrina* menunjukkan aktivitas anti-inflamasi paling lemah ($IC_{50} = 159,35 \pm 0,0200 \mu\text{g/mL}$), sedangkan ekstrak *T. bellirica* menunjukkan aktivitas antioksidan paling lemah pada uji penangkap radikal bebas DPPH ($IC_{50} = 44,4867 \pm 0,0153 \mu\text{g/mL}$) dan reduksi ion besi ($IC_{50} = 140,893 \pm 0,0404 \mu\text{g/mL}$). Ekstrak *T. citrina* mempunyai kandungan senyawa fenolat ($84,8167 \pm 0,5341 \text{ mg GAE/g}$) dan flavonoid total ($23,1200 \pm 1,7149 \text{ mg RE/g}$) paling tinggi, sedangkan ekstrak *T. macadamii* memiliki kandungan fenolat ($24,3700 \pm 0,0173 \text{ mg GAE/g}$) dan flavonoid total ($13,2667 \pm 0,3386 \text{ mg RE/g}$) paling rendah.

Kata kunci: *Terminalia* spp., anti-inflamasi, antioksidan, bioautografi

PENDAHULUAN

Inflamasi atau radang ialah respon protektif normal yang ditimbulkan oleh cedera atau kerusakan jaringan yang disebabkan oleh trauma fisik, zat kimia yang merusak atau invasi mikroorganisme patogen. Ada dua fase inflamasi yaitu akut dan kronis. Inflamasi akut merupakan respon awal terhadap cedera jaringan yang memicu vasodilatasi lokal dan meningkatkan permeabilitas kapiler sehingga terjadi akumulasi cairan di daerah cedera. Jika stimulus penyebab inflamasi tidak dihilangkan tepat waktu, peradangan akan berkembang menjadi fase kronis. Inflamasi kronis ditandai oleh infiltrasi

leukosit dan sel fagosit ke situs peradangan (Kolawole *et al.*, 2013). Fagositosis yang terjadi pada proses inflamasi akan merangsang peningkatan konsumsi oksigen dan menghasilkan oksigen reaktif seperti radikal ion super oksida (O_2^{\bullet}), radikal hidroksil (HO^{\bullet}) dan peroksil (ROO^{\bullet} ; $^{\bullet}OOH$). Pembentukan radikal bebas makin meningkat pada fase inflamasi kronis. Kadar radikal bebas (*Reactive Oxygen Species*; ROS) yang terlalu tinggi, tidak mampu dinetralisir oleh antioksidan endogen sehingga akan terjadi keadaan yang tidak seimbang antara ROS dengan antioksidan sehingga terjadi cekaman oksidatif (Miguel, 2010).

Pada keadaan cekaman oksidatif, kelebihan radikal bebas dapat menyerang sel dan bereaksi dengan lipida, protein dan asam nukleat sehingga menimbulkan kerusakan membran sel atau bahkan kerusakan sel secara keseluruhan dan menyebabkan terjadinya disfungsi organ. Hal ini dapat menimbulkan berbagai macam penyakit serius antara lain kanker, jantung, *atherosclerosis*, katarak, penuaan dini serta penyakit neurodegeneratif seperti alzheimer dan lainnya (Kris-Etherton *et al.*, 2004; Conforti *et al.*, 2008).

Membran sel sangat rentan terhadap ROS, oleh karena itu diperlukan senyawa antioksidan dan anti-inflamasi yang dapat melindungi sel. Senyawa antioksidan akan menghambat atau memperlambat oksidasi melalui penangkapan radikal bebas, sedangkan senyawa anti-inflamasi akan menstabilkan membran sel. Stabilisasi membran sel eritrosit merupakan metode yang banyak digunakan dalam penelitian sebagai parameter biokimia untuk uji aktivitas anti-inflamasi secara *in-vitro* (Oyedapo and Famurewa, 1995; Sadique *et al.*, 1989; Shinde *et al.*, 1999).

Terminalia merupakan marga terbesar kedua setelah *Combretum* pada famili Combretaceae, terdiri dari 200 jenis, tersebar di daerah tropis dan subtropis. Beberapa jenis *Terminalia* telah digunakan dalam pengobatan tradisional oleh masyarakat di beberapa negara Afrika dan Asia untuk mengobati berbagai macam penyakit. *Terminalia avicennoides*, *T. kaiserana* dan *T. sambesiaca* di Afrika digunakan untuk obat luka bakar, bisul, asma, migrain, demam, batuk, diare, bronkitis, kencing manis, disentri, hepatitis, kanker, anemia, radang sendi dan penyakit kulit (Masoko *et al.*, 2005; Fyhrquist, 2007). Di Asia, *T. catappa*, *T. citrina* dan *T. bellirica* digunakan untuk mengobati anemia, batuk, bronkitis, kusta, bisul, diabetes, diare, disentri, kulit, hepatitis, asma, bisul, luka bakar, migrain, pusing, wasir berdarah, *arthritis*, dan demam (Manila *et al.*, 2012; Das *et al.*, 2015).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya aktivitas farmakologi dari beberapa jenis *Terminalia*, antara lain *T. sambesiaca* dan *T. sericea* yang mempunyai aktivitas antibakteri dan antijamur; *T. bellirica* sebagai antidiabetes; *T. catappa* sebagai antioksidan dan hepatoprotektor (Fyhrquist, 2007; Manila *et al.*, 2012; Kinoshita *et al.*, 2007). Namun,

sampai saat ini belum ada laporan tentang aktivitasnya dalam menstabilkan membran sel.

Senyawa fenolat dan flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang termasuk dalam golongan polifenol. Kedua senyawa ini mempunyai sifat yang hampir sama diantaranya sebagai antioksidan, anti-inflamasi, antikarsinogen, antivirus, antitumor dan dapat menghambat penyakit neurodegeneratif. Flavonoid juga dapat menghambat peroksidasi lipid dan fragilitas (Karakaya and Nehir, 2006; Sandhar *et al.*, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi aktivitas stabilisasi membran dan antioksidan pada ekstrak kulit batang empat jenis *Terminalia* (*T. catappa*, *T. citrina*, *T. belerica* dan *T. macadamii*) dan mengestimasi kandungan senyawa fenolat dan flavonoidnya secara kualitatif dan kuantitatif.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak metanol kulit batang empat jenis *Terminalia* yaitu *T. catappa* L., *T. citrina* Roxb. Ex Fleming, *T. belerica* (Gaerth) Roxb. dan *T. macadamii* milik Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI.

Aktivitas stabilisasi membran sel darah merah

Sel darah merah mencit (*Mus musculus*) yang telah diberi antikoagulan diperoleh dari Balai Penelitian Veteriner. Darah disentrifugasi (*centrifuge*) pada 3000 rpm, suhu 4°C selama 10 menit. Sel darah merah dipisahkan dan dicuci dengan larutan isotonik (154 mM NaCl) dalam 10 mM buffer fosfat (pH 7,4). Sel darah merah yang diperoleh dilarutkan dalam larutan isotonik hingga mencapai konsentrasi 5%.

Uji aktivitas stabilisasi membran dilakukan menurut metode Shinde *et al.* (1999) dengan modifikasi pada konsentrasi larutan sel darah merah. Satu mililiter larutan ekstrak dengan variasi konsentrasi (50-250) µg/mL ditambah 2 mL larutan hipotonik (0,36%), 1 mL bufer fosfat (0,15 M, pH 7,4) dan 0,5 mL suspensi sel darah merah 5%. Campuran larutan dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 56°C selama 30 menit, kemudian didinginkan dan disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit.

Supernatan dipisahkan dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Senyawa sodium diklofenak (Sigma) digunakan sebagai kontrol positif, kontrol negatif tanpa larutan uji dan kontrol larutan uji tanpa suspensi sel darah merah. Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan. Penghambatan laju hemolisis atau aktivitas stabilisasi membran dihitung menggunakan rumus dari Oyedapo *et al.* (2010).

Nilai IC₅₀ merupakan besaran konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50 % lisis. Nilai IC₅₀ dihitung menggunakan rumus persamaan garis lurus yang diperoleh dari program excel.

Aktivitas Menangkap Radikal Bebas DPPH

Uji aktivitas menangkap radikal bebas dilakukan menurut metode Nishaa *et al.* (2012) dengan modifikasi pada volume dan konsentrasi DPPH (Sigma). Satu mililiter larutan ekstrak dalam metanol dengan berbagai konsentrasi (10-40) µg/mL direaksikan dengan 1 mL larutan DPPH (0,5 mM) kemudian ditambah metanol menjadi 5 mL. Campuran dihomogenkan kemudian didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang, selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 517 nm dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Asam askorbat atau vitamin C (*Phyto Technology Laboratories*, Inggris) digunakan sebagai kontrol positif. Uji dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Aktivitas menangkap radikal bebas dihitung dengan rumus:

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

Ket. :

A₀ : nilai absorbansi kontrol

A₁ : nilai absorbansi sampel

Nilai IC₅₀ merupakan besaran konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50 % radikal bebas DPPH. Nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus yang diperoleh dari program excel.

Aktivitas mereduksi ion besi

Aktivitas mereduksi ion besi diukur dengan menggunakan metode Gülçin, (2010). Larutan yang telah homogen diukur absorbansinya pada panjang gelombang 700 nm dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Vitamin C (*Phyto Technology Laboratories*, Inggris) digunakan sebagai kontrol positif. Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Persentase aktivitas mereduksi ion besi dihitung dengan menggunakan rumus dari Wang and Li (2011). Nilai IC₅₀ merupakan besaran konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% ion besi. Nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus yang diperoleh dari program excel.

KLT-Bioautografi antioksidan

KLT-bioautografi antioksidan dilakukan untuk mengetahui adanya senyawa antioksidan secara kualitatif (Jothi *et al.*, 2011). Fasa gerak yang digunakan adalah campuran etilasetat-akuades-asam formiat (91:10:10, v/v/v) (Wang *et al.*, 2012). Setelah dielusi, pelat lapisan tipis dikeringkan pada suhu ruang kemudian disemprot dengan larutan 0,04% DPPH dalam metanol untuk mengetahui adanya senyawa antioksidan. Penyemprotan juga dilakukan pada pelat lapisan tipis berbeda dengan menggunakan pereaksi Folin-Ciocalteu untuk mengetahui adanya senyawa fenolat dan pereaksi *p*-anisaldehid-asam asetat glasial-asam sulfat pekat (1:100:2) untuk mengetahui adanya senyawa flavonoid.

Estimasi kandungan fenolat total

Estimasi kandungan senyawa fenolat total dilakukan dengan pereaksi Folin-Ciocalteu (Orak, 2006). Kandungan fenolat total diukur berdasarkan kurva standar asam galat (Merck). Kurva standar asam galat dibuat pada variasi konsentrasi 20–100 µg/mL. Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Kadar fenolat dihitung menggunakan persamaan kurva standar dan dinyatakan setara dengan mg asam galat/g ekstrak.

Estimasi kandungan flavonoid total

Estimasi kandungan flavonoid total dilakukan secara kolorimetri (Rohman *et al.*, 2010). Kadar

flavonoid diukur berdasarkan kurva standar rutin (Nakarai Chemicals LTD, Jepang). Kurva standar dibuat pada variasi konsentrasi 10–100 mg/mL. standar dibuat pada variasi konsentrasi 10–100 mg/mL. Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Kadar flavonoid dihitung menggunakan persamaan kurva standar dan dinyatakan setara dengan mg rutin/g ekstrak.

Analisis Statistik

Uji statistik dilakukan dengan menggunakan SPSS 16.0 dengan P value $\leq 0,05$ dan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL

Aktivitas stabilisasi membran sel darah merah

Hasil uji aktivitas stabilisasi membran eritrosit menunjukkan bahwa ekstrak *T. catappa* mempunyai nilai IC_{50} paling kecil ($97,83 \pm 0,0100$ $\mu\text{g/mL}$) dibanding tiga jenis *Terminalia* yang lain (Tabel 1). Namun demikian nilai tersebut lebih besar dari pada kontrol positif (sodium diklofenak) yang memiliki nilai $IC_{50} = 44,0833 \pm 0,0058$ $\mu\text{g/mL}$. Hasil ini menunjukkan bahwa aktivitas stabilisasi membran ekstrak *T. catappa* paling baik dibanding ekstrak dari jenis *Terminalia* lainnya tetapi lebih rendah daripada kontrol positif.

Aktivitas Menangkap Radikal Bebas DPPH

Hasil uji aktivitas menangkap radikal bebas DPPH dari ekstrak 4 jenis *Terminalia* menunjukkan bahwa ekstrak *T. catappa* mempunyai nilai IC_{50} paling kecil ($21,8900 \pm 0,0264$ $\mu\text{g/mL}$) diantara empat ekstrak yang diuji, bahkan lebih kecil daripada kontrol positif vitamin C ($IC_{50} = 22,07 \pm 0,00$ $\mu\text{g/mL}$). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas menangkap radikal bebas DPPH dari ekstrak *T. catappa* sedikit lebih tinggi dari vitamin C. Nilai IC_{50} yang paling besar adalah ekstrak *T. bellirica* yaitu $44,4867 \pm 0,0153$ $\mu\text{g/mL}$. Meningkatnya nilai IC_{50} menunjukkan makin lemah aktivitasnya sebagai penangkap radikal bebas DPPH (Tabel 2).

Kemampuan Mereduksi Ion Besi

Ekstrak *T. catappa* memiliki kemampuan mereduksi ion besi paling tinggi yang ditunjukkan oleh nilai IC_{50} paling rendah ($87,1533 \pm 0,0416$ $\mu\text{g/}$

mL). Ekstrak yang mempunyai kemampuan mereduksi ion besi paling rendah adalah ekstrak *T. bellirica* dengan nilai IC_{50} *bellirica* dengan nilai IC_{50} paling tinggi ($140,893 \pm 0,0404$ $\mu\text{g/mL}$). Nilai IC_{50} dari empat jenis *Terminalia* lebih besar bila dibanding dengan kontrol positif vitamin C yang memiliki nilai IC_{50} sebesar $54,3400 \pm 0,0173$ $\mu\text{g/mL}$. (Tabel 3).

Uji antioksidan secara KLT-Bioautografi

Kromatogram A memperlihatkan noda-noda berwarna kuning sebagai indikator senyawa yang bersifat antioksidan setelah disemprot dengan larutan (0.04%) DPPH dalam metanol. Kromatogram B memperlihatkan noda berwarna biru tua yang menunjukkan adanya kandungan senyawa fenolat setelah KLT disemprot dengan pereaksi Folin-Ciocalteu, sedangkan kromatogram C menunjukkan adanya noda orange yang menandakan adanya kandungan senyawa flavonoid setelah disemprot dengan larutan *p*-anisaldehid pada ekstrak *Terminalia* spp. yang diuji. (Gambar 1.)

Estimasi kandungan fenolat total

Kandungan fenolat total pada ekstrak dihitung berdasarkan persamaan kurva kalibrasi asam galat ($y = 0,0252x + 0,0083$; $R^2 = 0,9990$) dan dinyatakan setara dengan mg asam galat (GAE)/g ekstrak). Kandungan fenolat total bervariasi pada masing-masing ekstrak (Tabel 4.). Ekstrak *T. citrina* mempunyai kandungan fenolat paling tinggi ($84,8167 \pm 0,5341$ mg GAE/g ekstrak) sedangkan kandungan fenolat terendah adalah ekstrak *T. macadamii* ($24,3700 \pm 0,0173$ mg GAE/g ekstrak).

Estimasi kandungan flavonoid total

Kandungan flavonoid total dalam ekstrak dihitung berdasarkan persamaan kurva kalibrasi dari senyawa rutin ($y = 0,0208x + 0,001$; $R^2 = 0,9992$) dan dinyatakan setara dengan mg rutin (RE)/g ekstrak). Data menunjukkan bahwa kandungan flavonoid total paling tinggi adalah ekstrak *T. citrina* ($23,1200 \pm 1,7149$ mg RE/g ekstrak), sedangkan kandungan flavonoid terendah terdapat pada ekstrak *T. macadamii* ($13,2667 \pm 0,3386$ mg RE/g ekstrak (Tabel 4).

Tabel 1. Nilai IC₅₀ uji stabilisasi membran sel darah merah dari ekstrak *Terminalia* spp. dan diklofenak. (IC₅₀ value of red blood cells membranes stabilization of *Terminalia* spp. extracts and diclofenac).

Standar (Standard)	IC ₅₀ (mg/mL)* (IC ₅₀ (mg/mL))
Diklofenak	44,0833 ± 0,0058 ^a
Sampel (Sample)	IC₅₀ (mg/mL)* (IC₅₀ (mg/mL))
<i>T.catappa</i>	97,83 ± 0,0100 ^b
<i>T.macadamii</i>	128,92 ± 0,0173 ^c
<i>T. bellirica</i>	143,93 ± 0,0264 ^d
<i>T.citrina</i>	159,35 ± 0,0200 ^e

*Data disajikan dalam rerata ± SD, huruf yang berbeda dalam kolom menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)
[Data are presented in mean ± SD, different letters in the coloum showed significant difference (P<0.05)]

Tabel 2. Nilai IC₅₀ aktivitas menangkap radikal bebas DPPH oleh ekstrak *Terminalia* spp. dan vitamin C. (IC₅₀ value of DPPH free radical scavenging of *Terminalia* spp. extracts and vitamin C).

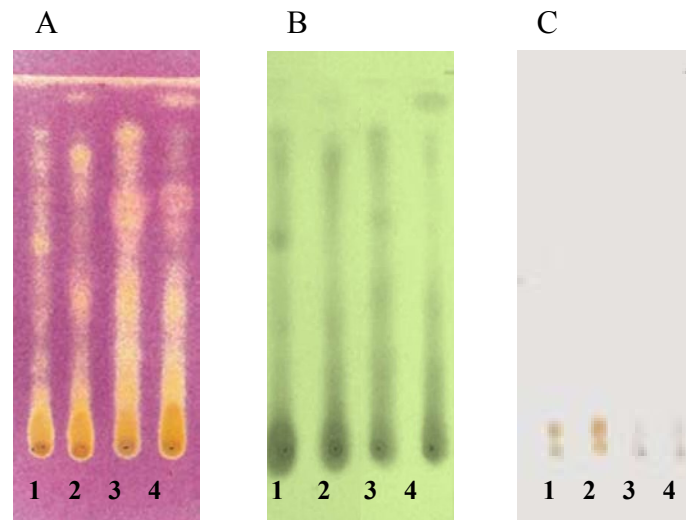
Standar (Standard)	IC ₅₀ (mg/mL)* (IC ₅₀ (mg/mL))
Vit. C	22,0700 ± 0,0000 ^b
Sampel (Sample)	IC₅₀ (mg/mL)* (IC₅₀ (mg/mL))
<i>T.catappa</i>	21,8900 ± 0,0264 ^a
<i>T.macadamii</i>	30,4600 ± 0,0458 ^c
<i>T.citrina</i>	35,3600 ± 0,0100 ^d
<i>T. bellirica</i>	44,4867 ± 0,0153 ^e

*Data disajikan dalam rerata ± SD, huruf yang berbeda dalam kolom menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)
[Data are presented in mean ± SD, different letters in the coloum showed significant difference (P<0.05)]

Tabel 3. Nilai IC₅₀ aktivitas mereduksi ion besi oleh ekstrak *Terminalia* spp. dan vitamin C. (IC₅₀ value of ferri reducing capacity of *Terminalia* spp. extracts and vitamin C).

Standar (Standard)	IC ₅₀ (mg/mL)* (IC ₅₀ (mg/mL))
Vit. C	54,3400 ± 0,0173 ^a
Sampel (Sample)	IC₅₀ (mg/mL)* (IC₅₀ (mg/mL))
<i>T.catappa</i>	87,1533 ± 0,0416 ^b
<i>T.macadamii</i>	93,0533 ± 0,0173 ^c
<i>T.citrina</i>	96,2100 ± 0,0416 ^d
<i>T. bellirica</i>	140,893 ± 0,0404 ^e

*Data disajikan dalam rerata ± SD, huruf yang berbeda dalam kolom menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)
[Data are presented in mean ± SD, different letters in the coloum showed significant difference (P<0.05)]



Gambar 1. Kromatogram lapisan tipis senyawa antioksidan, fenolat dan flavonoid dari ekstrak (1) *T. catappa*, (2) *T. citrina*, (3) *T. bellirica* dan (4) *T. macadamii*; (A) noda kuning menunjukkan senyawa antioksidan setelah disemprot dengan larutan (0,04%) DPPH dalam metanol, (B) noda biru menunjukkan senyawa fenolat setelah disemprot dengan pereaksi Folin-Ciocalteu, (C) noda oranye menunjukkan senyawa flavonoid setelah disemprot dengan pereaksi *p*-anisaldehid. (Thin-layer chromatogram of antioxidant, phenolic and flavonoid compounds of extract of (1) *T. catappa*, (2) *T. citrina*, (3) *T. bellirica* and (4) *T. macadamii*; (A) yellow spots indicated antioxidant compounds after sprayed with methanolic solution of 0.04% DPPH, (B) blue spots indicated phenolic compound after sprayed with Folin-Ciocalteu reagent, (C) orange spots indicated flavonoid compound after sprayed with *p*-anisaldehid reagent)

PEMBAHASAN

Daya hidup sel termasuk sel darah merah tergantung pada integritas membrannya. Bila sel darah merah terpapar zat berbahaya seperti larutan hipotonik atau berada di dalam media yang dipanaskan maka akan terjadi hemolisis. Pada keadaan hemolisis, maka membran sel dalam keadaan luka sehingga sel lebih rentan terhadap radikal bebas yang dapat mengakibatkan peroksidasi lipid dan akan mengakibatkan kerusakan sel yang lebih parah (Islan *et al.*, 2015).

Hemolisis dapat dicegah dan dihambat oleh senyawa yang dapat menstabilkan membran. Majumder *et al.* (2008) melaporkan bahwa senyawa yang mempunyai aktivitas menstabilkan membran dapat menghambat inflamasi tahap awal dengan mencegah pelepasan enzim *fosfolipase* yang dapat memicu pembentukan mediator inflamasi.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ekstrak *Terminalia* spp. memiliki aktivitas menstabilkan membran (Gambar 1). Masing-masing ekstrak mengandung senyawa flavonoid dengan kuantitas yang berbeda-beda (Tabel 1). Menurut

Sandhar *et al.* (2011) flavonoid merupakan senyawa anti-inflamasi yang dapat menghambat peroksidasi lipid dan fragilitas. Oleh karena itu, aktivitas anti-inflamasi ekstrak *Terminalia* spp. kemungkinan disebabkan adanya flavonoid di dalam ekstrak.

Namun pada penelitian ini, kadar flavonoid di dalam ekstrak ternyata tidak mempunyai korelasi positif dengan kekuatan anti-inflamasi. Ekstrak *T. citrina* dengan kandungan flavonoid paling tinggi ($23,1200 \pm 1,7149$ mg RE/g) ternyata memiliki aktivitas anti-inflamasi lebih rendah ($IC_{50} = 159,35 \pm 0,0200$ $\mu\text{g/mL}$) dari pada ekstrak *T. catappa*. Sedangkan ekstrak *T. catappa* yang kandungan flavonoidnya $23,0733 \pm 0,2050$ mg RE/g memiliki aktivitas anti inflamasi paling kuat ($IC_{50} = 97,83 \pm 0,0100$ $\mu\text{g/mL}$).

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa empat ekstrak uji kuat ($IC_{50} = 97,83 \pm 0,0100$ $\mu\text{g/mL}$). Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa empat ekstrak uji mempunyai aktivitas antioksidan dan reduksi feri. Ekstrak *T. catappa* mempunyai aktivitas antioksidan paling kuat pada uji menangkap radikal bebas DPPH ($IC_{50} = 21,8900 \pm 0,0264$ $\mu\text{g/mL}$) and

reduksi ion besi ($IC_{50} = 87,1533 \pm 0,04163 \mu\text{g/mL}$) (Tabel 2 dan 3).

Hasil uji korelasi statistik memperlihatkan bahwa tidak ada korelasi positif antara kandungan fenolat dan flavonoid total dengan aktivitas antioksidan (DPPH) dan kapasitas reduksi feri. Kandungan flavonoid total juga tidak berkorelasi positif terhadap stabilisasi membran, kecuali pada kandungan fenolat total mempunyai korelasi positif yang kuat terhadap stabilisasi membran ($P \leq 0.05$). Menurut Elmastas *et al.* (2007) dan Sikder *et al.* (2010), aktivitas antioksidan dari ekstrak berkaitan dengan kandungan senyawa fenolat dan flavonoid.

Fenolat dan flavonoid mengandung gugus hidroksil yang berperan secara langsung dalam menangkap radikal bebas maupun mereduksi ion feri. Khan *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa hubungan antara kandungan fenolat dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan juga bergantung pada struktur. Aktivitas antioksidan akan meningkat seiring aktivitas antioksidan juga bergantung pada struktur kimianya. Fenolat yang mengandung gugus $-OH$ lebih sedikit mempunyai aktivitas yang lebih lemah. Aktivitas antioksidan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah gugus $-OH$ dalam molekul. Sedangkan aktivitas antioksidan dari flavonoid sangat berkaitan dengan posisi $-OH$ pada struktur molekul.

Hasil kromatogram pada KLT (Gambar 1) menunjukkan adanya pola yang sama antara noda senyawa fenolat, flavonoid dan senyawa antioksidan. Pola kromatogram A yang menunjukkan noda senyawa antioksidan sama dengan pola kromatogram B yang menunjukkan noda senyawa fenolat. Senyawa flavonoid pada kromatogram C berada di bagian bawah. Walaupun demikian, noda orange yang terlihat pada kromatogram C juga terlihat berwarna kuning pada kromatogram A. Hal tersebut menandakan bahwa flavonoid juga bersifat antioksidan.

Profil KLT pada masing-masing ekstrak memperlihatkan bahwa jumlah noda, posisi noda dan intensitas warna noda berbeda-beda seperti yang terlihat pada Gambar 1. Data ini memberikan informasi bahwa jumlah/macam senyawa antioksidan serta kekuatan aktivitas antioksidan pada ekstrak dari masing-masing jenis *Terminalia* tidak sama.

KESIMPULAN

Ekstrak kulit batang empat jenis *Terminalia* (*T. catappa*, *T. citrina*, *T. bellirica* dan *T. macadamii*) mempunyai aktivitas anti-inflamasi dan antioksidan. Ekstrak *T. catappa* memiliki aktivitas anti inflamasi dan aktivitas antioksidan paling kuat, sedangkan ekstrak *T. citrina* memiliki aktivitas anti-inflamasi paling lemah, sementara ekstrak *T.*

Tabel 4. Kandungan fenolat dan flavonoid total pada ekstrak *Terminalia* spp. (*Total phenolic and flavonoid contents of Terminalia spp. extracts*)

Ekstrak tumbuhan (<i>Plant extract</i>)	Fenolat total (<i>Total phenolic</i>) (setara dengan mg asam galat/g ekstrak)* (<i>mg Gallic acid equivalent /g extract</i>)	Flavonoid total (<i>Total flavonoid</i>) (setara dengan mg rutin/g ekstrak)* (<i>mg Rutin equivalent/g extract</i>)
<i>T. catappa</i>	29,6800 \pm 0,1054 ^c	23,0733 \pm 0,2050 ^a
<i>T. citrina</i>	84,8167 \pm 0,5341 ^a	23,1200 \pm 1,7149 ^a
<i>T. bellirica</i>	43,8300 \pm 0,1442 ^b	15,8300 \pm 2,2296 ^b
<i>T. macadamii</i>	24,3700 \pm 0,0173 ^d	13,2667 \pm 0,3386 ^b

*Data disajikan dalam rerata \pm SD, huruf yang berbeda dalam kolom menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$)
[Data are presented in mean \pm SD, different letters in the coloum showed significant difference ($P < 0.05$)]

Keterangan (notes): Nilai kandungan fenolat dan flavonoid total merupakan rerata \pm SD

GAE = Gallic acid equivalent

RE = Rutin equivalent

Remarks: The value of total phenolic and flavonoid content is mean \pm SD

bellirica menunjukkan aktivitas antioksidan paling lemah pada uji menangkap radikal bebas DPPH maupun reduksi ion besi. Senyawa fenolat dan flavonoid pada ekstrak bersifat antioksidan meskipun kuantitasnya tidak berbanding lurus dengan aktivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Das N, D Goshwami, Md S Hasan, Z Al Mahmud, SZ Raihan, Md Z Sultan. 2015. Evaluation of antinociceptive, anti-inflammatory and anxiolytic activities of methanolic extract of *Terminalia citrina* leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* **5(1)**, S137-S141.
- Elmastas M, O Isildak, I Turkecul, N Temura. 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis* **20**, 337-345.
- Fyhrquist P. 2007. Traditional medicinal uses and biological activities of some plant extracts of African Combretum Loefl., *Terminalia* L. and *Pteleopsis* Engl. species (Combretaceae). Faculty of Biosciences, University of Helsinki. [Dissertasi]
- Gülçin I. 2010. Antioxidant properties of resveratrol: A structure–activity insight. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **11**, 210–218.
- Islan T, A Das, K B Shill, P Karmakar, S Islan and MM Sattar. 2015. Evaluation of membrane stabilizing, anthelmintic, antioxidant activity with phytochemical screening of methanolic extract of *Neolamarckia cadamba* fruit. *Journal of Medicinal Plant Research* **9(5)**, 151-158.
- Jothy S L, Z Zuraini and S Sasidharan. 2011. Phytochemicals screening, DPPH free radical scavenging and xanthine oxidase inhibitory activities of *Cassia fistula* seeds extract. *Journal of Medicinal Plants Research* **5(10)**, 1941-1947.
- Karakaya S and S Nehir El. 2006. Total Phenols and Antioxidant Activities of Some Herbal Teas and *In Vitro* Bioavailability of Black Tea Polyphenols. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi* **23(1)**, 1-8.
- 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**, 12-16.
- 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.
- 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.
- Kolawole OT, MO Akiibinu, AA Ayankunle and EO Awe. 2013. Evaluation of Anti-inflammatory and Antinociceptive Potentials of *Khaya senegalensis* A. Juss (Meliaceae) Stem Bark Aqueous Extract. *British Journal of Medicine & Medical Research* **3(2)**, 216-229.
- Kris-Etherton PM, M Lefevre, GR Beecher, MD Gross, CL Keen and TD Etherton. 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.
- Majumder MM, EH Mazumder, MA Alam, R Akter, M Rahman and SD Sarker. 2008. Stabilizing properties of *Ichnocarpus frutescens*. *Journal of Natural Remedies* **8(2)**, 209-215.
- Manila TN, CM Shoba Das and SG Devi. 2012. In-vitro Antidiabetic Properties of the Fruits and Leaves of *Terminalia bellirica*. *Journal of Natural Sciences Research* **2(9)**, 54-62.
- Masoko P, J. Picard, JN Ellof. 2005. Antifungal activities of six South African *Terminalia* species (Combretaceae). *Journal of Ethnopharmacology* **99(2)**, 301–308.
- Miguel MG. 2010. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential oils: A Short Review. *Molecules* **(15)**, 9252 -9287.
- Nishaa S, M Vishnupriya, JM Sasikumar, HP Christabel and VK Gopalakrishnan. 2012. Antioxidant Activity of Ethanolic Extract of *Maranta arundinacea* L Tuberos Rhizomes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* **5(4)**, 85-88.
- 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.
- Oyedapo OO and AJ Famurewa. 1995. Anti protease and membrane stabilizing activities of extracts of *Fagera zanthoxycoides*, *Olax subscorpiodes* and *Tetra plenra* tetraptera. *International Journal of Pharmacognosy* **33**, 65-69.
- Oyedapo OO, BA Akinpelu, KF Akinwunmi, MO Adeyinka and FO Sipeolu. 2010. Red blood cell membrane stabilizing potentials of extracts of *Lantana camara* and its fractions. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry* **2(4)**, 46-51.
- 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.
- Sadique J, WA Al-Rqobah, ME Bugharlth and AR El-Gindy. 1989. The bioactivity of certain medicinal plants on the stabilization of RBC membrane system. *Fitoterapia* **60(6)**, 525-532.
- Sandhar HK, B Kumar, S Prasher, P Tiwari, M Salhan and P Sharma. 2011. A Review of Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids. *Internationale Pharmaceutica Scientia* **1(1)**, 25-41.
- Shinde UA, AS Phadke, AM Nair, AA Mungantiwar, DV Dikshit and MM Saraf. 1999. Membrane stabilizing activity, a possible mechanism of action for the anti-inflammatory activity of *Cedrus deodara* wood oil. *Fitoterapia* **70**, 251-257.
- Sikder A, A Rahman, R Islam, A Kaiser, MS Rahman and MA Rashid. 2010. In Vitro Antioxidant, Reducing Power, Free Radical Scavenging and membrane stabilizing activities of *Spilanthes calva*. *Bangladesh Pharmaceutical Journal* **13(1)**, 63-67.
- Wang L and X Li. 2011. Antioxidant Activity of Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Shell In Vitro. *Asian Journal Pharmaceutical and Biology Research* **1(4)**, 542-551.
- Wang J, Y Yue , F Tang and J Sun. 2012. TLC Screening for Antioxidant Activity of Extracts from Fifteen Bamboo Species and Identification of Antioxidant Flavone Glycosides from Leaves of *Bambusa textilis* McClure. *Molecules* **17**, 12297-12311.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput, diharuskan menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

- 1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)**

Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up-to-date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
- 2. Komunikasi pendek (*short communication*)**

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.
- 3. Tinjauan kembali (*review*)**

Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

- 1. Bahasa**

Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.
- 2. Judul**

Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah diikuti oleh nama dan alamat surat menyurat penulis. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).
- 3. Abstrak**

Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam bahasa Inggris merupakan terjemahan dari bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.
- 4. Pendahuluan**

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Sebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan.
- 5. Bahan dan cara kerja**

Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasi dan apabila ada modifikasi harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan apa yang dimodifikasi.
- 6. Hasil**

Sebutkan hasil-hasil utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada tabel/grafik/diagram atau gambar uraikan hasil yang terpenting dan jangan menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata harus menyebutkan standar deviasi.
- 7. Pembahasan**

Jangan mengulang isi hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan apa arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, bandingkan hasil penelitian ini dengan membuat perbandingan dengan studi terdahulu (bila ada).
- 8. Kesimpulan**

Menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, dan penelitian berikut yang bisa dilakukan.
- 9. Ucapan terima kasih**
- 10. Daftar pustaka**

Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review. Apabila harus menyitir dari "Laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan '*unpublished*' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers*. Penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

- Naskah diketik dengan menggunakan program Word Processor, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
- Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan bahasa Indonesia, angka desimal menggunakan koma (,) dan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
- Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
- Nama takson dan kategori taksonomi merujuk kepada aturan standar termasuk yang diakui. Untuk tumbuhan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Sedangkan penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
- Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
- Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
- Tabel
Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah. Paragraf pada isi tabel dibuat satu spasi.
- Gambar
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi.
- Daftar Pustaka
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al*. Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis

maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995).

- a. Jurnal
Nama jurnal ditulis lengkap.
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.
- b. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Edisi ke-(bila ada). Academic, New York.
- c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.
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.
- d. 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 Scurllock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
- e. Thesis dan skripsi.
Keim AP. 2011. Monograph of the genus *Orania* Zipp. (Arecaceae; Oraniinae). University of Reading, Reading. [PhD. Thesis].
- f. Artikel online.
Artikel yang diunduh secara online mengikuti format yang berlaku misalnya untuk jurnal, buku atau thesis, serta dituliskan alamat situs sumber dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review* atau artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Forest Watch Indonesia[FWI]. 2009. Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009. <http://www.fwi.or.id>. (Diunduh 7 Desember 2012).

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah, yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan sedang diterbitkan di tempat lain.

Penelitian yang melibatkan hewan

Untuk setiap penelitian yang melibatkan hewan sebagai obyek penelitian, maka setiap naskah yang diajukan wajib disertai dengan 'ethical clearance approval' terkait *animal welfare* yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah. Oleh karena itu setiap naskah yang ada ilustrasi harap mengirimkan ilustrasi dengan kualitas gambar yang baik disertai keterangan singkat ilustrasi dan nama pembuat ilustrasi.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke author dan diwajibkan membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah *proofs* harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Naskah cetak

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan reprint. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*.

Pengiriman naskah

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

Alamat kontak: Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067
Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066
Email: jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
berita.biologi@mail.lipi.go.id

BERITA BIOLOGI

Vol. 15(2)

Isi (Content)

Agustus 2016

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

NILAI HETEROSIS DAN PERANAN INDUK PADA KARAKTER PERTUMBUHAN HASIL PERSI-LANGAN INTERSPESIFIK <i>Tor soro</i> DAN <i>Tor douronensis</i> [Growth Heterosis Values and The Role of Parent <i>Tor soro</i> and <i>Tor douronensis</i> in Interspecific Crossed] <i>Deni Radona, Jojo Subagja, Irin Iriana Kusmini dan Rudhy Gustiano</i>	107-112
IDENTIFIKASI GEN / QTL (Quantitative Trait Loci) SIFAT TOLERAN CEKAMAN ALUMINIUM PADA GALUR-GALUR PADI GOGO [Identification of Gene / QTL (Quantitative Trait Loci) for Aluminium Stress Tolerant in Upland Rice Lines] <i>Dwinita W Utami, I Rosdianti, S Yuriyah, AD Ambarwati, I Hanarida, Suwarno dan Miftahudin</i>	113-124
RESPON GALUR/VARIETAS KAPAS (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) TERHADAP PUPUK DOSIS N dan ZAT PENGATUR TUMBUH PADA SISTEM TUMPANGSARI DENGAN JAGUNG [Responses of Cotton Lines/ Variety (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) to Dosage of Nitrogen Fertiliser and Plant Growth Regulator Under Inter-cropping with Maize] <i>Fitriningdyah Tri Kadarwati dan Prima Diarini Riajaya</i>	125-132
OPTIMASI PRODUKSI SERTA ANALISIS AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA SENYAWA EKSPOLISAKARIDA DARI JAMUR TIRAM PUTIH (<i>Pleurotus ostreatus</i>) PADA MEDIA CAIR [Optimization of Exopolysaccharide Production from <i>Pleurotus ostreatus</i> Growth on Liquid Medium and Analysis of Its Antioxidant and Antimicrobial Activity] <i>Iwan Saskiawan, Misbahul Munir dan Suminar S Achmadi</i>	133-140
COOKING CHARACTERIZATION OF ARROWROOT (<i>Maranta arundinaceae</i>) NOODLE IN VARIOUS ARENGA STARCH SUBSTITUTION [Karakteristik Pemasakan Mie Garut (<i>Maranta arundinaceae</i>) Pada Variasi Substitusi Pati Aren] <i>Miftakhussolikah, Dini Ariani, Ervika RNH, Mukhamad Angwar, Wardah, L Lola Karlina, Yudi Pranoto</i>	141-148
PENURUNAN KADAR TANIN DAN ASAM FITAT PADA TEPUNG SORGUM MELALUI FERMENTASI <i>Rhizopus oligosporus</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i> dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> [Reduction of Tannin and Phytic Acid on Sorghum Flour by using Fermentation of <i>Rhizopus oligosporus</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i> and <i>Saccharomyces cerevisiae</i>] <i>R. Haryo Bimo Setiarto dan Nunuk Widhyastuti</i>	149-157
EVALUASI AKTIVITAS ANTI-INFLAMASI DAN ANTIOKSIDAN SECARA IN-VITRO, KANDUNGAN FENOLAT DAN FLAVONOID TOTAL PADA <i>Terminalia</i> spp. [Evaluation of In-vitro Anti-inflammatory and Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoid Content on <i>Terminalia</i> spp.] <i>Tri Murningsih dan Ahmad Fathoni</i>	159-166
OXYGEN CONSUMPTION OF ROCK BREAM <i>Oplegnathus fasciatus</i> IN DIFFERENT SALINITY LEVELS AND TEMPERATURE DEGREES [Konsumsi oksigen Ikan Rock Bream <i>Oplegnathus fasciatus</i> pada tingkat salinitas dan suhu yang berbeda] <i>Vitas Atmadi Prakoso, Jun Hyung Ryu, Byung Hwa Min, Rudhy Gustiano and Young Jin Chang</i>	167-173
SELEKSI JAMUR PATOGEN SERANGGA <i>Beauveria</i> spp. SERTA UJI PATOGENISITASNYA PADA SERANGGA INANG-WALANG (<i>Leptocorisa acuta</i>) [Selection of Entomopathogenic Fungi <i>Beauveria</i> spp. and their Pathogenicity Test Against Insect Host-Rice Stink Bug (<i>Leptocorisa acuta</i>)] <i>Wartono, Cynthia Nirmalasari, dan Yadi Suryadi</i>	175-184
KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL α-AMILASE DAN IDENTIFIKASI ISOLAT C2 YANG DIISOLASI DARI TERASI CURAH SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR [Characterization bacteria Producing α-amylase and Identification of Strains C2 Isolated from bulk shrimp-paste in Samarinda, East Kalimantan] <i>Yati Sudaryati Soeka</i>	185-193
ANALISIS DELIMITASI JENIS PADA <i>Monascus</i> Spp. MENGGUNAKAN SIDIK JARI DNA ARBITRARY PRIMER PCR [Species Delimitation Analysis within <i>Monascus</i> spp. Using Arbitrary Primer PCR DNA Fingerprinting] <i>Nandang Suharna dan Heddy Julistiono</i>	195-200
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI SAMBILOTO (<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wallich ex Nees) [Effect of Seed Storage Duration on Seed Germination of sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wallich ex Nees)] <i>Solikin</i>	201-206