

## AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA ENAM JENIS TUMBUHAN *STERCULIACEAE* (*Antioxidan Activity on Six Species of Sterculiaceae Plants*)

Saefudin<sup>1)</sup>, Sofnie Marusin<sup>2)</sup> & Chairul<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Bidang Botani, Puslit Biologi LIPI, Cibinong Bogor.

<sup>2)</sup>PATIR-BATAN, Cinere Raya, Ps. Jum'at, Jakarta Selatan

Email: [saefudinkahfi@yahoo.com](mailto:saefudinkahfi@yahoo.com)

Diterima 13 Februari 2013, disetujui 17 Juni 2013

### ABSTRACT

*Plants of Sterculiaceae have long been used as traditional medicines. Nine extracts of leaf, bark, and nuts of six Sterculiaceae species were evaluated for their antioxidant activity. Antioxidant activities were determined in vitro by free radical scavenging assay using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical. Ascorbic acid was used as control. Among the 9 methanol extracts tested, 8 showed antiradical DPPH activities more than 50%, though still lower than the ascorbic acid. Material extracted from bark showed the highest activity, in which the extract of Pterospermum javanicum's bark produced the highest antioxidant activity (92.02%). Phytochemical screening on three antioxidant compounds showed an association between the high antioxidant activities and the polyphenol compounds contained of the plant. Parts of plants that contain medium to many polyphenols, generally have antioxidant activity above 80%.*

*Keywords: Antioxidant, DPPH, free radical scavenger, polyphenol, Sterculiaceae*

### ABSTRAK

Banyak jenis tanaman dari famili *Sterculiaceae* telah dikenal pemanfaatannya sebagai obat tradisional. Sembilan ekstrak daun, kulit batang dan biji tanaman dari enam jenis *Sterculiaceae* diteliti dan dievaluasi aktivitas antioksidannya. Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan menguji penangkalan radikal bebas secara in vitro menggunakan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). Vitamin C digunakan sebagai kontrol. Hasil pengujian menunjukkan, dari 9 ekstrak bahan tersebut, sebanyak 8 ekstrak menunjukkan aktivitas antiradikal DPPH atau antioksidan lebih dari 50%. Bagian kulit tanaman menunjukkan aktivitas paling tinggi, di mana kulit kayu *Pterospermum javanicum* menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi (92,02%). Hasil penapisan fitokimia terhadap 3 senyawa antioksidan menunjukkan adanya keterkaitan tingginya aktivitas antioksidan dengan banyaknya senyawa polifenol yang terkandung dalam tanaman. Bagian tanaman yang kandungan polifenolnya sedang sampai banyak, umumnya memiliki aktivitas antioksidan di atas 80%.

Kata kunci : Antioksidan, DPPH, penangkal radikal bebas, polifenol, *Sterculiaceae*

### I. PENDAHULUAN

Antioksidan adalah senyawa yang berguna dalam membantu mengatasi kerusakan oksidatif akibat radikal bebas atau senyawa oksigen reaktif.

Menurut Halliwell dan Gutteridge (1989), radikal bebas adalah molekul atau senyawa yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan dan dapat menimbulkan kerusakan pada biomolekul. Sistem tubuh manusia setiap

saat terpapar radikal bebas baik yang dihasilkan dari proses metabolisme normal maupun dari lingkungan, seperti asap rokok dan polusi. Paparan radikal bebas yang berlebih terhadap tubuh dapat berakibat terhadap kerusakan sel dan memicu patogenesis berbagai penyakit seperti penyakit kardiovaskular, hipertensi, hiperlipidemia, diabetes, alzheimer, dan parkinson (Matteo dan Esposito, 2003; Touyz dan Schiffrin, 2004). Antioksidan dalam menghambat jalannya reaksi oksidasi dapat melalui beberapa cara, yaitu mekanisme donor proton, radical scavenger, oxygen quencher, inhibisi dengan enzim dan sinergis (Gordon, 1990). Dalam hal ini antioksidan berperan mencegah terjadinya kerusakan jaringan yang disebabkan radikal bebas dengan cara mengeliminir terbentuknya radikal, meredam, atau meningkatkan penguraianya (Young dan Woodside, 2001; Goldberg, 2003).

Antioksidan dalam tubuh dapat diperoleh dari enzim-enzim internal seperti superoksida dismutase (SOD), *glutathione peroxidase* (GPX), katalase (CAT), *glutathione* (GSH), tokoferol, dan  $\beta$ -karotene maupun dari asupan makanan atau suplemen seperti vitamin C, vitamin A yang dikenal sebagai antioksidan sintetis (Mates *et al.*, 1999). Penggunaan antioksidan dari bahan sintesis diketahui dapat meningkatkan terjadinya karsinogenesis (Rohman dan Riyanto, 2005), sehingga lebih dianjurkan untuk memperolehnya dari bahan alami. Antioksidan alami berasal dari setiap bagian tumbuhan seperti pada kulit kayu, batang, daun, bunga, buah dan akar (Pratt, 1992).

Suatu jenis tumbuhan dapat memiliki aktivitas antioksidan jika mengandung senyawa yang mampu menangkal radikal bebas seperti fenol, flavonoid, vitamin C dan E, katekin, karoten, dan resveratrol (Hernani dan Rahardjo, 2006).

Sebagaimana diketahui, sekitar 1.260 jenis tumbuhan obat berasal dari hutan tropika Indonesia (Zuhud *et al.*, 1994). Dari jumlah tersebut, beberapa di antaranya adalah tumbuhan endemik (Walujo, 2008). Hasil penelusuran pustaka (Hakim *et al.*, 2008; Rohman *et al.*, 2005; Amrun dan Umiyah, 2005; Praptiwi *et al.*, 2006) diperoleh berbagai jenis tumbuhan sebagai sumber antioksidan alami, satu di antaranya adalah dari suku Sterculiaceae.

Banyak jenis dari famili Sterculiaceae telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Dua jenis tanaman yang sudah dikenal dan dimanfaatkan

secara luas oleh masyarakat Indonesia adalah biji kola (*Cola acuminata*) dan cokelat (*Theobroma cacao*). Sehubungan dengan itu, tujuan penelitian ini adalah mengkaji aktivitas antioksidan dari kulit batang dan daun enam jenis tumbuhan Sterculiaceae. Penapisan fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia antioksidan yang dikandung oleh tumbuhan tersebut.

## II. BAHAN, ALAT DAN METODE

### A. Pengumpulan dan Identifikasi Bahan

Sebanyak sembilan macam bahan dari enam jenis famili *Sterculiaceae* diambil dari wilayah Rimbo Panti- Sumatera Barat (RP), Kabupaten Bogor (BG), Taman Nasional Nani Watabone, Sulawesi Utara (WB), hutan Camplong - Kupang (CP), dan pulau Waigeo, Papua Barat (WO). Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense. Bagian tumbuhan yang diekstrak terdiri atas kulit, batang dan daun.

### B. Penyiapan Sampel dan Pembuatan Ekstrak

Daun dan kulit batang yang masih segar dan cukup tua dibersihkan dari kotoran, dicacah, dan dikeringkan sampai kadar air di bawah 10%. Bahan yang telah kering dikumpulkan, kemudian digiling (40 mesh) sehingga menjadi serbuk kering simplisia. Selanjutnya serbuk kering dari masing-masing contoh diekstraksi dengan metanol dalam kondisi dingin (maserasi) selama 24 jam, kemudian disaring. Kegiatan penyaringan diulang hingga filtrat menjadi jernih. Tahap berikutnya kumpulan filtrat dipekatkan menjadi ekstrak, menggunakan evaporator vakum putar.

### C. Uji Peredaman Radikal Bebas DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl)

Pada penelitian ini penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode peredaman radikal bebas DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) secara *in vitro* karena lebih singkat dibandingkan dengan metode lain dan secara luas telah digunakan untuk menduga aktivitas antioksidan berbagai senyawa.

Sebanyak 5 mg dari setiap bahan ekstrak dilarutkan dengan metanol p.a. hingga volumenya

menjadi 5 ml (konsentrasi ekstrak 1000 µg/mL). Larutan dari setiap ekstrak yang dibuat, diuji antioksidannya dengan cara mencampurkan 1 ml ekstrak 1000 µg/mL, 3 ml metanol p.a., dan 1 ml DPPH (Sigma) (0,04 M dalam metanol p.a.). Berikutnya campuran tersebut dibiarkan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 516 nm. Sebagai kontrol digunakan vitamin C 1000 µg/mL dalam metanol p.a. Perhitungan aktivitas antiradikal DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dihitung sebagai persentase reduksi DPPH (Q), mengacu pada Molyneux (2004), sebagai berikut:

$$Q = 100 (A_0 - A_c) / A_0$$

$A_0$  = Absorbansi awal (larutan DPPH/2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

$A_c$  = Absorbansi setelah penambahan sampel dengan konsentrasi tertentu (c)

Klasifikasi aktivitas antioksidan mengacu pada kontrol antioksidan vitamin C yang telah diteliti dan dikomersialkan, dengan aktivitas (96,4-100)%. Jika persentase peredaman radikal DPPH lebih dari 90%, menunjukkan aktivitas antioksidan sangat tinggi, 50% - 90% aktivitas antioksidan tinggi, 20-50% aktivitas antioksidan sedang, kurang dari 20%, menunjukkan aktivitas antioksidan rendah, dan 0%, menunjukkan tidak ada aktivitas antioksidan atau tidak terjadi peredaman radikal DPPH (Wulansari dan Chairul, 2011).

#### D. Komponen Bioaktif

Komponen bioaktif bagian tanaman yang ditapis yaitu polifenol, flavonoid, dan saponin yang dilakukan secara kualitatif, mengacu pada Guevara dan Recio (1985).

##### 1. Polifenol

Sebanyak ±10 mg setiap ekstrak tanaman famili Sterculiaceae dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dilarutkan dengan 10 ml air panas, diaduk sampai terlarut. Berikutnya ditambahkan NaCl 10% sebanyak 5 tetes dan dikocok sampai homogen. Larutan kemudian dibagi ke dalam 2 tabung reaksi. Tabung pertama untuk kontrol positif dan pada tabung kedua ditambahkan 3 tetes pereaksi FeCl<sub>3</sub>. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan warna. Warna biru atau biru

hitam untuk senyawa terhidrolisa dan warna biru hijau untuk senyawa terkondensasi. Hasilnya kemudian dibandingkan terhadap kontrol.

##### 2. Flavonoid

Sebanyak ±10 mg setiap ekstrak tanaman famili Sterculiaceae kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dicuci dengan heksan berkali-kali sampai warna heksan bening dan warna pigmen ekstrak hilang. Berikutnya dikeringkan di atas penangas air untuk menghilangkan sisa heksana. Selanjutnya ditambahkan ±5 ml etanol 80% dan dikocok hingga homogen. Larutan kemudian dibagi ke dalam 2 tabung reaksi. Tabung reaksi pertama ditambahkan ±0,5 ml HCl pekat dan 3-4 tetes butir logam magnesium. Setelah 10 menit diamati perubahan warna. Jika terbentuk warna, diencerkan dengan aquades secukupnya dan ditambahkan 1 ml oktil alkohol. Tabung reaksi ditutup dan dikocok. Setelah dibiarkan beberapa saat, diamati perubahan warna pada masing-masing lapisan. Bila warna berubah maka positif flavonoid.

Tabung reaksi yang kedua ditambahkan ±0,5 ml HCl pekat dan diamati perubahan warna. Kemudian dipanaskan di atas penangas selama 15 menit. Setelah 1 jam diamati perubahan warna. Jika warnanya merah intensif atau violet, menunjukkan adanya leukoantosianin.

##### 3. Saponin

Sebanyak ±10 mg setiap ekstrak tanaman famili Sterculiaceae dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dilarutkan dengan etanol 80% sebanyak 5 ml, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 5 ml. Berikutnya campuran dikocok selama 30 detik dan dibiarkan selama 30 menit. Busa yang terjadi diamati dan diukur tingginya. Jika tinggi busa lebih dari 3 cm dari permukaan maka ekstrak tersebut mengandung saponin.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

DPHH merupakan radikal bebas yang stabil karena elektronnya bisa terdelokalisasi di dalam molekulnya. Delokalisasi elektron ini menyebabkan larutan DPHH dalam metanol memberikan intensitas warna ungu yang kuat dan absorbansi maksimum pada panjang gelombang di sekitar 520 nm. DPPH yang mengandung radikal bebas jika direaksikan dengan ekstrak

tumbuhan yang mengandung antioksidan maka akan terjadi reaksi penangkapan hidrogen dari antioksidan oleh radikal bebas DPPH dan mengubah DPPH menjadi bentuk tereduksi sehingga intensitas warna ungu larutan jadi berkurang (Molyneux, 2004) [Gambar 1]. Perubahan intensitas warna ini sebanding dengan besar kecilnya aktivitas antioksidan suatu bahan bila konsentrasi dibuat sama.

Hasil pengujian aktivitas antiradikal DPPH 9 ekstrak tumbuhan famili Sterculiaceae ditunjukkan dalam Tabel 1, sedangkan hasil penapisan fitokimia tampak dalam Tabel 2.

Aktivitas antioksidan ekstrak tumbuhan menunjukkan nilai berbeda, dari yang sangat tinggi (sangat kuat) sampai sedang (Tabel 1). Adanya aktivitas antioksidan dari ke-sembilan ekstrak bagian tumbuhan dengan metanol diduga karena adanya senyawa fenolik seperti flavonoid atau polifenol pada sampel yang merupakan komponen bioaktif yang bersifat polar, sehingga larut dalam metanol. Telah umum diketahui bahwa senyawa fenolik tumbuhan memberikan kontribusi nyata terhadap aktivitas antioksidan tumbuhan (Pantelidis *et al.*, 2007; Katalinic *et al.*, 2006; Sakihama *et al.*, 2002; Rice-Evans *et al.*, 1996). Hasil penapisan fitokimia terhadap 9 ekstrak tersebut, menunjukkan semuanya mengandung senyawa fenolik dalam kadar yang berbeda (Tabel 2).

Dari ke-sembilan bahan yang diekstrak, ekstrak kulit batang semuanya menunjukkan aktivitas yang tinggi sampai sangat tinggi, meskipun masih di bawah antioksidan vitamin C yaitu 96,41% (kontrol). Hasil penapisan fitokimia menunjukkan adanya keterkaitan tingginya aktivitas antioksidan dengan banyaknya senyawa polifenol yang terkandung dalam tumbuhan. Bagian tumbuhan yang kandungan polifenolnya sedang sampai banyak, aktivitas antioksidannya bisa mencapai di atas 80%. Dalam penelitian ini komponen polifenol paling banyak ditemukan pada kulit batang tumbuhan, dan jarang pada bagian daun (kecuali daun *P. diversifolium*). Polifenol adalah semua senyawa yang memiliki struktur dasar berupa fenol (senyawa fenol yang memiliki gugus hidroksil lebih dari satu) bersifat multifungsi karena dapat berperan sebagai agen pereduksi, pendonor hidrogen, dan peredam

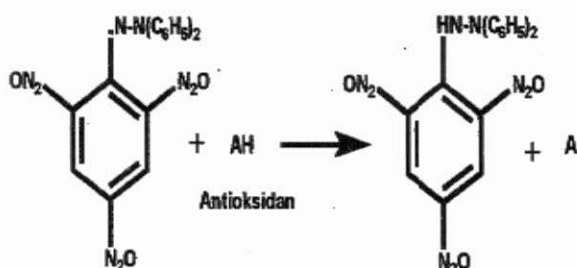
radikal oksigen, bahkan sebagai pengkelat logam pada beberapa kasus (Rice-Evans *et al.*, 1996). Dibandingkan senyawa monofenol, senyawa polifenol memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi (Brand-Williams *et al.*, 1995).

Berbeda dengan kandungan polifenol yang relatif lebih banyak di bagian kulit, senyawa flavonoid bergantung pada jenis tumbuhan. Pada tumbuhan *K. hospita*, baik kulit batang maupun daunnya banyak mengandung senyawa flavonoid. Flavonoid merupakan antioksidan yang kuat dan dapat meredam radikal bebas, termasuk  $O_2^-$ ,  $H_2O_2$ ,  $\cdot OH$ , dan singlet oksigen ( $^1O_2$ ) (Sakihama *et al.*, 2002). Flavonoid juga dapat menghambat enzim xantin oksidase dan merusak aktivitas superoksida terutama apigenin, eriodictyol, kaempferol dan luteolin (Cos *et al.*, 1998).

Saponin sebagai antioksidan alami (Yoshiki *et al.*, 1998) sangat banyak pada kulit batang *Sterculia sp.*, *P. diversifolium*, dan *P. Celebicum*. Kandungan saponin pada daun *K. hospita* dan kulit batang *S. subpeltata* termasuk sedang. Saponin merupakan senyawa dalam bentuk glikosida, termasuk golongan senyawa alam yang rumit dengan kegunaan luas (Bergquist *et al.*, 2005).

Hasil penelitian diperoleh jenis senyawa antioksidan bisa sama dan bisa juga berbeda antar jenis atau antar bagian tumbuhan dalam satu jenis. Dari semua ekstrak yang aktivitas antioksidannya tinggi, hanya ekstrak dari kulit batang *P. celebicum* yang memiliki ketiga senyawa antioksidan (polifenol, flavonoid, dan saponin) sangat banyak (+++), berarti kulit batang jenis tumbuhan ini berpotensi untuk berbagai kemungkinan bahan obat. Kulit batang *K. hospita* banyak mengandung polifenol dan flavonoid, sedangkan kulit batang *Sterculia sp.* dan *P. diversifolium* banyak mengandung polifenol dan saponin, sementara daun *Sterculia sp.* dan *K. hospita* hanya mengandung senyawa flavonoid dalam jumlah yang banyak. Hal berbeda ditemukan pada kulit batang *P. javanicum*. Sekalipun hasil pengujiannya menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi di antara ekstrak tumbuhan yang lain, namun hasil penapisan komponen bioaktifnya termasuk rendah-sedang. Hal ini mungkin metode yang digunakan tidak sesuai. Oleh karena itu pengujian lanjutan terhadap kulit batang *P. javanicum* dengan metode yang lain perlu dilakukan.





Gambar 1. Reaksi penangkapan radikal bebas DPPH oleh antioksidan  
 Figure 1. Inhibit of DPPH free radical reaction by antioxidant

Tabel 1. Aktivitas peredaman radikal DPPH pada enam jenis Sterculiaceae  
 Table 1. Reduction activity of DPPH radical on six species of Sterculiaceae

No.	Jenis (Species)	Asal (Origin)	Bagian tumbuhan (Part of plant)	Aktivitas (Activity), %	Kategori aktivitas (Activity category)
1.	<i>Pterospermum javanicum</i>	BG	K. batang (Bark)	92,02	ST
2.	<i>Sterculia</i> sp.	CP	K. batang (Bark)	91,72	
3.	<i>Pterospermum diversifolium</i>	BG	K. batang (Bark)	90,73	
4.	<i>Pterospermum celebicum</i>	WB	K. batang (Bark)	89,53	T
5.	<i>Sterculia subpeltata</i>	RP	K. batang (Bark)	89,23	
6.	<i>Pterospermum diversifolium</i>	BG	Daun (Leaf)	81,85	
7.	<i>Kleinbovia hospita</i>	RP	K. batang (Bark)	81,75	S
8.	<i>Sterculia</i> sp.	CP	Daun (Leaf)	69,19	
9.	<i>Kleinbovia hospita</i>	RP	Daun (Leaf)	26,82	
	Vitamin C (kontrol/control)			96,41	ST

Keterangan (Remarks): Pengujian dilakukan pada konsentrasi 1000 µg/mL (tested at the concentracy of 1000 µg/ mL).

ST= sangat tinggi (very high); T= tinggi (high); S= sedang (fair); BG = Bogor; CP= Camplong, Kupang; WB= Nani Watabone, Sulawesi Utara (North Celebes); RP= Rimbo Panti, Sumatera Barat (West Sumatera)

Tabel 2. Komponen bioaktif hasil penapisan ekstrak tanaman dari famili Sterculiaceae  
 Table 2. Bioactive compound from screening test of Sterculiaceae family

Komponen kimia (Chemical compound)	Bagian tumbuhan (Part of plant)	Polifenol	Flavonoid	Saponin
<i>Pterospermum javanicum</i>	K. batang (Bark)	++	+	+
<i>Sterculia</i> sp.	K. batang (Bark)	+++	+	+++
<i>Pterospermum diversifolium</i>	K. batang (Bark)	+++	+	+++
<i>Pterospermum celebicum</i>	K. batang (Bark)	+++	+++	+++
<i>Sterculia subpeltata</i>	K. batang (Bark)	+++	+	++
<i>Pterospermum diversifolium</i>	Daun (Leaf)	++	+	+
<i>Kleinbovia hospita</i>	K. batang (Bark)	+++	+++	+
<i>Sterculia</i> sp.	Daun (Leaf)	-	+++	+
<i>Kleinbovia hospita</i>	Daun (Leaf)	+	+++	++

Keterangan (Remarks): +++ reaksi banyak (many reaction); ++ reaksi sedang (fair reaction);

+ reaksi sedikit (slightly reaction); - tidak ada reaksi (no reaction)

#### IV. KESIMPULAN

Hasil uji aktivitas antioksidan dengan DPPH pada konsentrasi metanol 1000 µg/mL terhadap 9 ekstrak dari 6 jenis tumbuhan famili Sterculiaceae, terdapat 3 ekstrak tumbuhan memiliki aktivitas peredaman sangat tinggi (> 90%), 5 ekstrak termasuk tinggi (50-90%), dan hanya 1 ekstrak termasuk sedang (> 20%). Aktivitas antioksidan pada bagian kulit batang berpotensi lebih tinggi dibandingkan dari bagian daun. Pada penelitian ini yang tertinggi adalah dari kulit batang *Pterospermum javanicum* (92,02%), hanya sedikit lebih rendah dari kontrol vitamin C (96,46%).

Hasil penapisan fitokimia menunjukkan adanya keterkaitan tingginya aktivitas antioksidan dengan banyaknya senyawa polifenol yang terkandung dalam tumbuhan. Bagian tumbuhan yang kandungan polifenolnya sedang sampai banyak, umumnya memiliki aktivitas antioksidan di atas 80%.

Ekstrak dari kulit batang *P. celebicum* memiliki ketiga senyawa antioksidan (polifenol, flavonoid, dan saponin) sangat banyak (+++), sedangkan kulit batang *K. hospita* hanya polifenol dan flavonoid, kulit batang *Sterculia* sp dan *P. diversifolium* hanya polifenol dan saponin, sementara daun *Sterculia* sp dan *K. hospita* hanya senyawa flavonoid dalam jumlah yang banyak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amrun, M. dan Umiyah, 2005. Pengujian Antiradikal Bebas Difenilpicril Hidrazil (DPPH) Ekstrak Buah Kenitu (*Chrysophyllum cainito* L.) dari Daerah Sekitar Jember, Jurnal Ilmu Dasar 6(2): 110-114.
- Bergquist, S.A.M. Gertsson, U.E. Knuthsen, P. and Olsson, M.E. 2005. Flavanoids in Baby Spanish (*Spinacia oleracea* L.): changes during plant growth and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 9459-9464.
- Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier, dan C. Berset. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Food Sci. Technol.- Lebens Wissens Technol.* 28: 25-30.
- Cos, P., L. Ying, M. Calomme, J.P. Hu, K. Cimanga, B.V. Poel, L. Pieters, A.J. Vlietinck, and D.V. Berghe. 1998. Structure-Activity Relationship and Classification of Flavonoids as Inhibitors of Xanthine Oxidase and superoxide Scavengers. *Journ. of Natural Prod.* 61:71-76.
- Frei B. and J.V. Higdon. 2003. Antioxidant Activity of Tea Polyphenols In Vivo: Evidence from Animal Studies. *The Journal of Nutrition* 133: 3275-3284.
- Goldberg, G. 2003. *Plants : Diet and Health.* Iowa State Press, Blackwell Publishing Company, 2121 State Avenue. USA.
- Gordon MH. 1990. The mechanism of antioxidants actions in vitro. Di dalam : Hudson B.J.F., editor. *Food Antioxidant.* Elsevier Applied Science. London. hlm 1-18.
- Guevera, B.Q. and B.V. Recio. 1985. *Phytochemically, Microbiological and Pharmacological Screening of the Medicinal Plants.* Research Center Univ. of Thomas. Philippines.
- Hakim, E.H., Y.M. Syah, L.D. Juliawati, dan D. Mujahidin. 2008. Aktivitas Antioksidan dan Inhibitor Tirosinase Beberapa Stilbenoid dari Tumbuhan Moraceae dan Dipterocarpaceae yang Potensial untuk Bahan Kosmetik. *Jurnal Matematika dan Sains* 13(2): 33-42.
- Halliwell, B. dan J. M. C. Gutteridge. 1989. *Free Radicals in Biology and Medicine.* Clarendon Press, Oxford.
- Hernani dan M. Rahardjo. 2006. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Katalinic V., M. Milos, T. Kulisic, dan M. Jukic. 2006. Screening of 70 Medicinal Plant Extracts for Antioxidant Capacity and Total Phenols. *Food Chemistry* 94: 550-557.
- Lopes, G.C., M.L. Bruschi, J.C. Palazzo de Mello. 2009. RP-LC-UV Determination of Proanthocyanidins in *Guazuma ulmifolia*. *Chromatographia Supplement* 69: 175-181.

- Mates, J.M., C. Perez-Gomez and I.N. De Castro. 1999. Antioxidant Enzymes and Human Diseases. *Clinical Biochemistry* 32(8): 595-603.
- Matteo V.D and E. Esposito. 2003. Biochemical and Therapeutic Effects of Antioxidants in the Treatment of Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, and Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders* 2(2): 95-107.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26(2): 211-219.
- Pantelidis, G.E., M. Vasilakakis, G.A. Manganaris and G. Diamantidis. 2007. Antioxidant Capacity, Phenol, Anthocyanin and Ascorbic Acid Contents in Raspberries, Blackberries, Red Currants, Gooseberries and Cornelian Cherries. *Food Chemistry* 102: 777-783.
- Praptiwi, M. Harapini and I. Astuti. 2006. Nilai Peroksida *Aglaiia argentea* Blume, *A. silvestria* (M. Roemer) Merr., dan *A. tomentosa* Teijsm. & Binn. *Biodiversitas* 7(3): 242-244.
- Pratt, D.E. 1992. Natural Antioxidants From Plant Material. Di dalam : M.T. Huang, C.T. Ho, dan C.Y. Lee, editor. *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health* H. American Society, Washington DC.
- Rice-Evans, C., N.J. Miller, and G. Paganga. 1996. Structure-Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radical Biology and Medicine* 20(7): 933-956.
- Rohman, A. dan S. Riyanto. 2005. Daya Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kemuning (*Murraya paniculata* (L.) Jack) Secara *In Vitro*. *Majalah Farmasi Indonesia* 16 (3):136-140.
- Rohman, A., S. Riyanto dan D. Utari. 2005. Aktivitas Antioksidan, Kandungan Fenolik Total dan Kandungan Favonoid Total Ekstrak Etil Asetat Buah Mengkudu serta Fraksi-Fraksinya. *Majalah Farmasi Indonesia* 17(3): 136-142.
- Sakihama, Y., M.F. Cohen, S.C. Grace and H. Yamasaki. 2002. Plant Phenolic Antioxidant and Prooxidant Activities: Phenolics-Induced Oxidative Damage Mediated by Metals in Plants. *Toxicology* 177: 67-80.
- Touyz, R.M. and E.L. Schiffrin. 2004. Reactive Oxygen Species in Vascular Biology: Implications in Hypertension. *Histochem Cell Biol.* 122: 339-352.
- Walujo, E.B. 2008. Review: Research Ethnobotany in Indonesia and the Future Perspectives. *Biodiversitas* 9 (1):59-63.
- Wulansari, D dan Chairul. 2011. Penapisan Aktivitas Antioksidan dan beberapa tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan radikal 2,2-Diphenyl-1 Picrylhydrazyl (DPPH). *Majalah Obat Tradisional* 16 (1): 22-25.
- Yoshiki, Y., Kudo, and K. Okobo. 1998. Relationship between Chemical Structure and Biological Activities of Triterpenoid Saponin from Soybean (Review) . *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 62: 2291-2292.
- Young, I.S. and J.V. Woodside. 2001. Antioxidants in Health and Disease. *Journal of Clinical Pathology* 54: 176-186.
- Zuhud, E.A.M., Ekarelawan dan S. Riswan. 1994. Hutan Tropik Indonesia sebagai Sumber Keanekaragaman plasma Nutfah Tumbuhan Obat. *Prosid. Seminar Pelestarian Pemanfaatan Keanekaragaman Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia*. Kerjasama Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan, Fakultas IPB dengan Lembaga Alam Tropik Indonesia. Bogor.