

## AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI BUAH MANGROVE (*Rhizophora mucronata* Lamk.) PADA SUHU YANG BERBEDA

### *Antioxidant Activity of Mangrove (*Rhizophora mucronata* Lamk.) Fruits at Different Temperatures*

Sri Purwaningsih, Ella Salamah, Aditya Yudha Prawira Sukarno\*, Eka Deskawati

Departemen Teknologi Hasil Perairan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga  
Jl. Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat.  
Telp. (0251) 8622909-8622907, Fax (0251) 8622907  
\*Korespondensi: e-mail: yudhaditya49@gmail.com  
Diterima 8 November 2013/Disetujui 21 Januari 2014

#### Abstract

*Rhizophora mucronata* Lamk. is a tropical mangrove plant which its fruit have been utilized as food and traditional medicine by local people live in coastal area. The purpose of this research were to determine phytochemical compound and to evaluate antioxidant activity of *R. mucronata* fruit. Extraction was performed using different evaporation temperature on (40, 50, 60, 70, and 80)°C. Fruit of *R. mucronata* Lamk. contained moisture, ash, fat, protein, and carbohydrate as follow (31,96; 1,10; 0,86; 2,59 and 63,50)%, respectively. Evaporation at 70°C gave the highest antioxidant activity with IC<sub>50</sub> was 0.72 ppm. The extract contained flavonoids, tannins, hydroquinone, and saponin.

Keywords: antioxidant activity, IC<sub>50</sub>, phytochemical, *Rhizophora mucronata* Lamk.

#### Abstrak

*Rhizophora mucronata* Lamk. merupakan tumbuhan mangrove di daerah tropis, dimana buahnya biasa digunakan sebagai bahan pangan dan obat tradisional oleh masyarakat yang hidup di pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan senyawa fitokimia, dan aktivitas antioksidan buah *R. mucronata*. Proses ekstraksi menggunakan perlakuan suhu evaporasi (40, 50, 60, 70, and 80)°C. Buah *R. mucronata* Lamk. mengandung kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat secara berturut-turut: (31,96; 1,10; 0,86; 2,59 and 63,50)%. Evaporasi pada suhu 70°C menghasilkan aktivitas antioksidan terbaik dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 0,72 ppm. ekstrak tersebut mengandung flavonoid, tanin, hidroquinon, dan saponin.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, IC<sub>50</sub>, fitokimia, *Rhizophora mucronata* Lamk.

#### PENDAHULUAN

Radikal bebas dalam tubuh kita terbentuk melalui peristiwa metabolisme sel normal, peradangan, kekurangan gizi dan akibat respons terhadap pengaruh dari luar tubuh misalnya polusi lingkungan, sinar ultraviolet dan asap rokok. Lingkungan yang tercemar, kesalahan pola makan dan gaya hidup, mampu merangsang terbentuknya radikal bebas yang dapat merusak tubuh kita (Mega dan Swastini 2010). Radikal bebas merupakan salah satu penyebab timbulnya penyakit

degeneratif, antara lain kanker, aterosklerosis, stroke, rematik, dan jantung (Steinberg 2009; Pham-Huy *et al.* 2008; Theroux dan Libby 2005; Souri *et al.* 2004).

Upaya untuk mencegah atau mengurangi resiko yang ditimbulkan oleh aktivitas radikal bebas adalah dengan mengkonsumsi makanan atau suplemen yang mengandung antioksidan. Antioksidan digolongkan dalam dua jenis berdasarkan sumbernya, yaitu antioksidan sintetik dan antioksidan alami. Contoh antioksidan sintetik yang sering digunakan

masyarakat adalah *butylated hydroxyanisole* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT), *tert-butylhydroquinone* (TBHQ) dan *α-tocopherol* (Irianti 2008). Keuntungan menggunakan antioksidan sintetik adalah aktivitas antioksidannya sangat kuat, namun terdapat kekurangannya terkait dengan dugaan sifat karsinogeniknya apabila penggunaannya melebihi dari batas yang direkomendasikan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Wichi (1988); Thompson dan Moldeus (1988) menunjukkan bahwa penggunaan antioksidan sintetik BHA dan BHT berpotensi karsinogenik. Menurut Sen *et al.* (2010), penambahan antioksidan sintetik pada makanan menyebabkan beberapa masalah kesehatan, misalnya kanker, penuaan dini, *rheumatoid arthritis*, dan penyakit jantung.

Menurut Irianti (2008), sebenarnya antioksidan alami telah lama digunakan secara turun temurun, namun belum banyak diteliti aktivitas dan kandungan bioaktifnya. Sartini *et al.* (2007) menyatakan bahwa antioksidan alami adalah antioksidan yang umumnya diisolasi dari sumber alami yang kebanyakan berasal dari tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan. Menurut Purwaningsih (2013), menyatakan bahwa salah satu buah yang mengandung antioksidan tinggi dari tanaman bakau adalah buah bakau hitam (*R. mucronata* Lamk.).

Tanaman bakau adalah tanaman yang tumbuh subur di kawasan pesisir pantai yang memiliki potensi kandungan bioaktif yang sangat tinggi. Indonesia dengan wilayah perairannya yang sangat luas (2/3 dari luas wilayah) dan beriklim tropis merupakan tempat yang ideal bagi pertumbuhan tanaman bakau. Indonesia memiliki hutan bakau terluas di dunia, dengan luas sekitar 3,5 juta hektar (Noor *et al.* 2006). Sekitar 202 jenis spesies bakau di Indonesia telah teridentifikasi dan tumbuh dengan subur.

Tanaman bakau telah ditapis aktivitasnya, yaitu sebagai antiviral, antibakteri, antibisul, dan antiinflamasi (Agoramoorthy *et al.* 2008; Premanathan *et al.* 1999). Salah satu harapan

sumber alternatif antioksidan alami adalah buah bakau (*R. mucronata* Lamk.) karena hasil penelitian sebelumnya menurut Priyanto (2012) buah bakau ini mempunyai aktivitas antioksidan yang sangat kuat, ada dalam jumlah banyak dan mudah didapat sepanjang pantai Indonesia, yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Penelitian ini bertujuan mempelajari karakteristik fisik, komposisi kimia, dan aktivitas antioksidan dari buah bakau (*R. mucronata* Lamk.) yang diekstraksi pada suhu yang berbeda dengan menggunakan pelarut etanol.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini: buah bakau (*R. mucronata* Lamk.) dari Pulau Seribu dalam bentuk segar. Bahan kimia untuk analisis proksimat meliputi: kjeltab jenis selenium, larutan  $H_2SO_4$  p.a. pekat, asam borat ( $H_3BO_3$ ) 4% yang mengandung indikator *bromcherosol green-methyl red* (1:2) berwarna merah muda, larutan HCl 0,0947 N, pelarut lemak (n-heksana p.a.), larutan HCl 10% dan larutan  $AgNO_3$  0,10 N. Bahan untuk uji aktivitas antioksidan dan uji fitokimia antara lain: kristal *1,1-diphenil-2-picryl hydrazil* (DPPH), metanol p.a., vitamin C sebagai kontrol positif, pereaksi Wagner, pereaksi Meyer, pereaksi Dragendroff, kloroform, anhidrat asetat, asam sulfat pekat, serbuk magnesium, amil alkohol, air panas, larutan HCl 2 N, etanol 70%, larutan  $FeCl_3$  5%, peraksi Molisch, asam sulfat pekat, pereaksi Benedict, pereaksi Biuret, dan larutan ninhidrin 0,10%.

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi alat untuk karakterisasi bahan baku: tanur pengabuan, kapas bebas lemak, labu lemak, kondensator, tabung Soxhlet, penangas air, labu Kjeldahl, destilator, labu Erlenmeyer, dan buret. Peralatan yang digunakan untuk ekstraksi dan uji aktivitas antara lain: kertas saring Whatman 42 bebas abu, pipet volumetrik, *grindmill*, *orbital shaker*, *rotary vacuum evaporator*, spektrofotometer UV-VIS, inkubator, dan *vortex*.

## Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari karakterisasi dan pengukuran morfometrik, komposisi kimia (uji proksimat) meliputi: kadar air, lemak, protein, abu, dan karbohidrat (AOAC 2005), ekstraksi dengan pelarut etanol pada suhu ruang selama 24 jam dan evaporasi pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C, pengujian aktivitas antioksidannya ekstrak dengan menggunakan metode DPPH (Salazar-Aranda *et al.* 2009) untuk buah bakau muda dan tua (penelitian pendahuluan), dengan kontrol positif menggunakan asam askorbat (vitamin C), pengujian kualitatif komponen bioaktif dengan metode fitokimia (Harborne 1984). Data hasil analisis kimia terlebih dahulu diuji kenormalan galat dengan uji Anderson-Darling. Data selanjutnya dianalisis dengan analisis ragam (*Analysis of variant/ANOVA*) menggunakan model rancangan acak lengkap satu faktor yaitu suhu ekstraksi yang terdiri dari 5 taraf. Uji F pada ANOVA jika memberikan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan (Steel dan Torrie 1993).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik dan Morfometrik *Rhizophora mucronata* Lamk.

Buah bakau terdiri dari dua bagian yaitu kelopak dan buah bakau. Kelopak buah bakau berbentuk seperti buah pir terbalik dan berwarna cokelat. Buah bakau memiliki penampakan berwarna hijau dan diselimuti oleh banyak lentisel pada lapisan permukaannya. Daging buah bakau memiliki tekstur keras dan berwarna cokelat.

Sampel buah bakau yang digunakan pada penelitian ini mempunyai panjang buah rata-rata (58,45±4,22) cm, lebar buah rata-rata (1,64±0,12) cm, dan berat buah rata-rata (83,26±13,06) g. Metusalach (2007) menyatakan bahwa pertumbuhan suatu biota dipengaruhi faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal yaitu habitat, musim, suhu perairan, jenis makanan yang tersedia dan faktor lingkungan lainnya, sedangkan faktor internalnya, yaitu umur, ukuran, dan faktor biologis lainnya.

### Komposisi Kimia

Kadar air dari *R. mucronata* Lamk. adalah 31,96% (Tabel 1). Kadar air buah bakau pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan kadar air dari kulit pohon *R. mucronata* dan *Bruguiera parviflora* hasil penelitian Bunyapraphatsara *et al.* (2002).

Kadar lemak pada penelitian ini adalah 0,86%, hal ini lebih rendah dibandingkan penelitian Bunyapraphatsara *et al.* (2002), tetapi masih lebih tinggi dibandingkan penelitian Jacob *et al.* (2011) pada daun *Avicennia marina* (bakau) yaitu 0,72%. Protein berperan penting dalam proses metabolisme pada tanaman, hewan, dan manusia. Kadar protein pada penelitian ini (2,59%) lebih tinggi dibandingkan penelitian Bunyapraphatsara *et al.* (2002), namun lebih rendah dibandingkan penelitian Jacob *et al.* (2011) yaitu 3,67%. Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Kadar abu hasil penelitian adalah 1,10%, lebih

Tabel 1 Hasil uji proksimat buah bakau hasil penelitian dan penelitian lainnya

Komposisi	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Rhizophora mucronata</i> *	<i>Bruguiera parviflora</i> *
Kadar air (%)	31,96	46,63	51,75
Kadar lemak (%)	0,86	1,96	2,08
Kadarn protein (%)	2,59	0,41	0,12
Kadar abu (%)	1,10	1,25	1,38
Karbohidrat( <i>by difference</i> )(%)	63,50	22,29	22,14

Keterangan: \*Bunyapraphatsara *et al.* (2002)

rendah dibandingkan penelitian Jacob *et al.* (2011) yaitu 4,45%. Karbohidrat buah bakau (63,50%) lebih tinggi dibandingkan penelitian Bunyaphatsara *et al.* (2002) pada kulit pohon *R. mucronata* dan *Bruguiera parviflora* dan penelitian Jacob *et al.* (2011) pada daun *A. marina* yaitu 23,00%.

**Ekstraksi Senyawa Aktif**

Ekstrak etanol *R. mucronata* Lamk. memiliki warna cokelat kehitaman, dengan rendemen berkisar antara 9,76% sampai 10,95%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu tidak mempengaruhi rendemen yang dihasilkan. Banyaknya rendemen yang dihasilkan dalam ekstraksi sangat tergantung dari karakteristik bahan yang diekstrak, pelarut, dan metode yang digunakan. Proses maserasi pada penelitian ini hanya menggunakan etanol, karena penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya (Priyanto 2011) yang menunjukkan bahwa ekstraksi buah bakau (*R. mucronata* Lamk.) paling baik apabila diekstraksi pada kondisi polar dengan metanol.

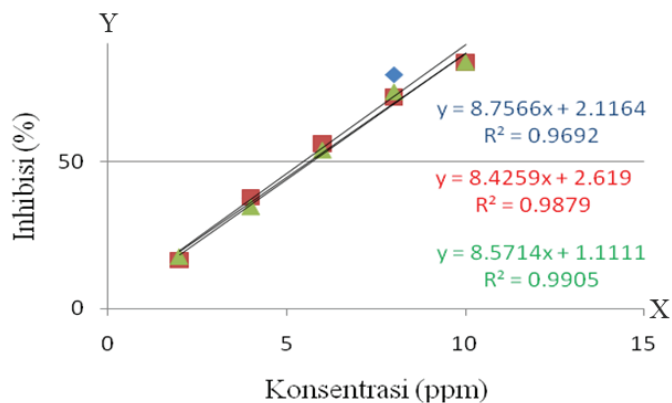
**Aktivitas Antioksidan**

Nilai IC<sub>50</sub> asam askorbat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 5,59 ppm. Penelitian yang dilakukan Banerjee *et al.* (2008) pada kulit batang tanaman *R. mucronata* mendapatkan nilai IC<sub>50</sub> asam askorbat sebesar 3,62 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa antioksidan asam askorbat merupakan

antioksidan dengan aktivitas sangat kuat, sesuai dengan pernyataan dari Molyneux (2004) bahwa suatu bahan dengan nilai IC<sub>50</sub> < 50 ppm merupakan antioksidan yang sangat kuat. Pengujian aktivitas antioksidan asam askorbat ini menghasilkan hubungan antara konsentrasi asam askorbat dengan persen inhibisinya, yang dapat dilihat pada Gambar 1.

*Rhizophora mucronata* muda menghasilkan IC<sub>50</sub> yang lebih tinggi (58,468 ppm) dibandingkan dengan *R. mucronata* tua (10,2571 ppm), yang berarti bahwa buah yang lebih muda mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih rendah. Dapat disimpulkan bahwa kematangan *R. mucronata* menentukan nilai IC<sub>50</sub>. Tingginya aktivitas antioksidan pada ekstrak kasar berkorelasi dengan banyaknya senyawa aktif yang dapat terdeteksi melalui uji fitokimia. Penelitian dari Attaur-Rahman *et al.* (2001) menyatakan bahwa senyawa yang berpotensi memiliki antioksidan umumnya adalah senyawa flavonoid, alkaloid, dan fenolat yang merupakan senyawa-senyawa polar. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Banerjee *et al.* (2008) pada kulit batang tanaman *R. mucronata* yang diekstrak dengan pelarut metanol menghasilkan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 193,82 ppm.

Penelitian selanjutnya menggunakan *R. mucronata* Lamk. yang tua (matang) untuk digunakan dengan perlakuan suhu evaporasi yang berbeda (40, 50, 60, 70, dan 80°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IC<sub>50</sub>



Gambar 1 Aktivitas asam askorbat dengan persen inhibisinya: (◆) Ulangan 1; (■) Ulangan 2; (▲) Ulangan 3.

*R. mucronata* yang diekstraksi pada suhu evaporasi 40°C yaitu 10,2967 ppm, 50°C yaitu 11,0571 ppm, 60°C yaitu 8,2412 ppm, 70°C yaitu 0,7021 ppm, dan 80°C yaitu 1,4152 ppm. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi aktivitas antioksidan ekstrak kasar buah bakau. Hasil uji lanjut ditentukan bahwa ekstraksi pada suhu 70°C dipilih sebagai perlakuan terbaik untuk diteliti lebih lanjut. Pengujian aktivitas antioksidan buah bakau (*R. mucronata*) menghasilkan hubungan antara konsentrasi buah bakau (*R. mucronata*) dengan persen inhibisinya pada suhu (40, 50, 60, 70, 80)°C disajikan pada Gambar 2.

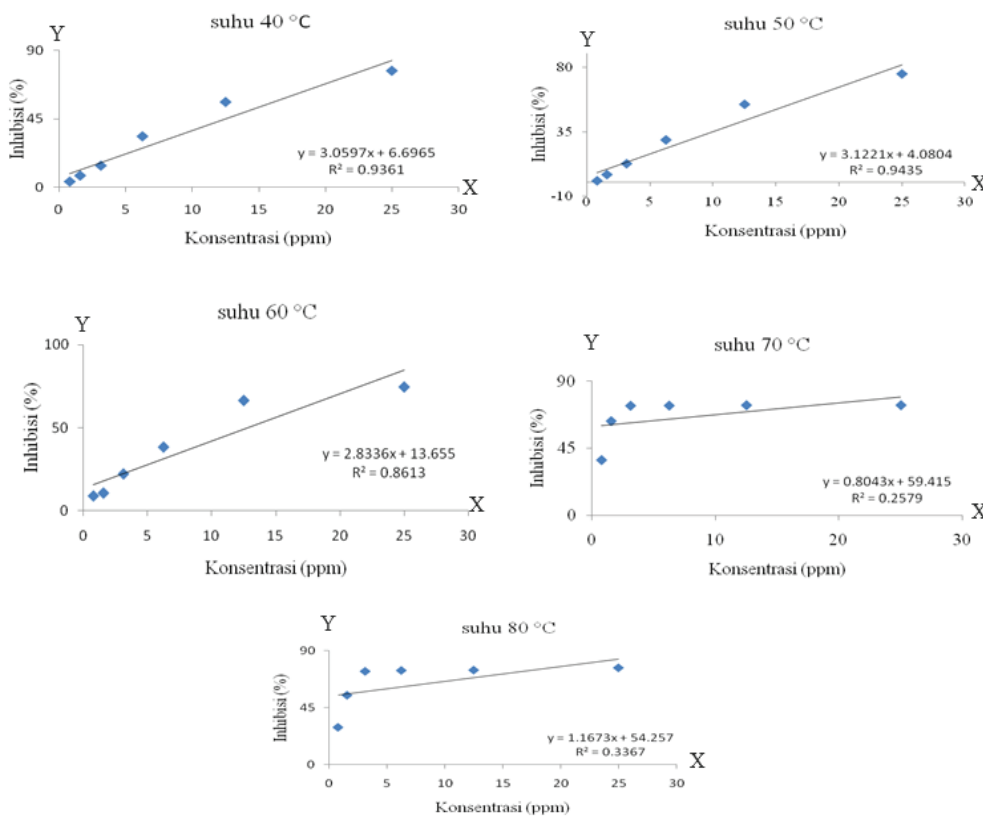
**Komponen Bioaktif**

Komponen aktif pada buah bakau adalah flavonoid, fenol hidroquinon, saponin, tanin (Tabel 2). Penelitian tentang aktivitas antioksidan dilakukan oleh Jacoeb *et al.* (2011) pada daun *A. marina* menunjukkan bahwa komponen bioaktif pada ekstrak kasar

adalah flavonoid, steroid, dan gula pereduksi. Menurut Waji dan Sugrani (2009), bahwa flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman hijau,

Tabel 2 Komponen bioaktif ekstrak kasar buah bakau (*R. mucronata*)

Komponen bioaktif	Hasil uji
Alkaloid	-
Dragendorff	-
Meyer	-
Wagner	-
Steroid/triterpenoid	+
Flavonoid	+
Saponin	+
Fenol hidroquinon	+
Tanin	-
Molisch	-
Benedict	-
Biuret	-
Ninhidrin	-



Gambar 2 Persen inhibisi ekstrak buah bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk.) pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C.

kecuali alga. Prasad *et al.* (2009) melaporkan flavonoid merupakan senyawa fenol paling penting, dan mempunyai spektrum aktivitas kimiawi dan biologi luas termasuk aktivitas penangkapan radikal bebas. Menurut Meenakshi dan Gnanambigai (2009), kapasitas flavonoid sebagai antioksidan bergantung pada struktur molekulnya.

Komponen lain pada ekstrak adalah tanin. Umumnya komponen utama senyawa tanin adalah fenolik dalam bentuk polimerik fenol yang banyak terdapat pada teh dan tanaman bakau. Das *et al.* (2008) melaporkan bahwa senyawa yang terkandung di dalam teh hitam, merupakan senyawa yang mempunyai fungsi sebagai antioksidan, antipatogen, dan antikanker. Reddy *et al.* (2007) juga melaporkan adanya aktivitas antioksidan, anti malaria dan anti mikroba dari tanaman *Punica granatum* L. pada fraksi yang mengandung banyak tanin.

Fenolat dan saponin terdapat juga pada ekstrak. Komponen fenolat memiliki struktur aromatik yang berikatan dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Hasil penelitian Yim *et al.* (2009) menyatakan bahwa fenol pada lima spesies jamur di Malaysia yang diekstrak dengan pelarut etanol lebih tinggi daripada yang diekstrak dengan pelarut metanol dan aseton. Penelitian Kiessoun *et al.* (2010) pada tanaman Malvaceae spesies *Cienfuegosia digitata* dan *Sida alba* yang mengandung komponen polifenol yang mempunyai aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi yang tinggi. Chen dan Blumberg (2007) menyatakan bahwa mengkonsumsi senyawa fenol dipercaya dapat mengurangi resiko beberapa penyakit kronis karena senyawa ini bersifat sebagai antioksidan, anti-inflamasi, detoksifikasi, dan antikolesterol. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun. Saponin dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa dan menghemolisis sel darah. Saponin juga dilaporkan memiliki sifat antioksidan, sitotoksik, dan antibakteri (Ashraf 2013; Khan *et al.* 2012).

## KESIMPULAN

Buah bakau hitam (*R. mucronata* Lamk.) yang digunakan pada penelitian ini mempunyai karakteristik fisik, berupa panjang (58,45±4,22) cm, lebar (1,64±0,12) cm, dan berat (83,26±13,06) g. Memiliki karakteristik kimia dengan kadar air (31,96±0,19)%, kadar abu (1,10±1,10)%, kadar lemak (0,86±0,86)%, kadar protein (2,59±0,08)%, kadar karbohidrat (63,50±0,35)%. Suhu 70°C memiliki nilai IC<sub>50</sub> yang paling rendah yaitu 0,72 ppm, sebagai suhu terbaik. Komponen bioaktif yang terkandung pada ekstrak etanol terpilih adalah flavonoid, tanin, fenol hidroquinon, dan saponin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist International* 18<sup>th</sup> Edition. Maryland, USA: The Association of Official Analytical Chemist International.
- Agoramoorthy G, Chen F, Venkatesalu V, Kuo DH, Shea, PC. 2008. Evaluation of antioxidant polyphenols from selected mangrove plants of India. *Asian Journal of Chemistry* 20(2): 1311-1322.
- Ashraf MF, Aziz MA, Stanslas J, Ismail I, Kadir MA. 2013. Assessment of antioxidant and cytotoxicity activities of saponin and crude extracts of *Chlorophytum borivilianum*. *The Scientific World Journal*. Vol 2013: Article ID 216894, 7 halaman.
- Atta-au-rahman, MI Coudhary. 2001. Bioactive natural product a potential of pharmacophorus. A Theory of memory. *Pure and Applied Chemistry* 73(2): 555-560.
- Bunyapraphatsara N, Srisukh V, Hutivoboonsuk A, Sornlek P, Thongbainoi W, Chuakat W, Fong HHS, Pezzuto JM, Kosmeder J. 2002. Vegetables from the mangrove areas. *Thai Journal of Phytopharmacy* 9(1): 1-12.
- Banerjee D, Chakrabarti S, Hazra AK, Banerjee S, Ray J, Mukherjee B. 2008. Antioxidant activity and phenolics of some mangroves

- in Sudarbans. *Journal of Biotechnology* 7(3): 805-810.
- Chen CYO, Blumberg JB. 2007. Phytochemical composition of nuts. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 17(1): 329-332.
- Das T, Sa G, Chattopadhyay S, Saha B. 2008. Black tea: the future panacea for cancer. *Al Ameen Journal Medicine Sciences* 1(2): 70-83.
- Harborne JB. 1984. *Metode Fitokimia*. Padmawinata K, Soediro I. Bandung: ITB Press. Terjemahan dari: *Phytochemical method* 2<sup>nd</sup>. Hlm 69-274.
- Irianti A. 2008. Aplikasi ekstrak daun sirih dalam menghambat oksidasi lemak jambal patin [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Jacob AM, Purwaningsih S, Rinto. 2011. Anatomi, komponen bioaktif, dan aktivitas antioksidan daun mangrove Api-api (*Avicenia marina*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* XIV(2): 141-150.
- Khan H, Khan MA, Dullah A. 2012. Antibacterial, antioxidant and cytotoxic studies of total saponin, alkaloid and sterols contents of decoction of Joshanda: Identification of components identification through thin layer chromatography. *Toxicology and Industrial Health*, doi: 10.1177/0748233712468023.
- Kiessoun K, Souza A, Meda NTR, Coulibaly AY, Kiendrebeogo M, Meda AL, Lamidi M, Rasolodimby JM, Nacoulma OG. 2010. Polyphenol contents, antioxidant and antiinflammatory activities of six malvaceae species traditionally used to treat hepatitis b in burkina faso. *European Journal of Scientific Research* 44(4): 570-580.
- Meenakshi S, Gnanambigai DM, Mozhi ST, Arumugam M, Balasubramanian T. 2009. Total flavanoid and in-vitro antioxidant activity of two seaweeds of rameshwaram coast. *Global Journal of Pharmacology* 3(2): 59-62.
- Mega IM, Swastini DA. 2010. Skrining fitokimia dan aktivitas antiradikal bebas ekstrak metanol daun gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Kimia* 4(2): 187-192.
- Metusalach. 2007. Pengaruh fase bulan dan ukuran tubuh terhadap rendemen, kadar protein, air dan abu daging kepiting rajungan (*Portunus* spp). *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin* 17(3): 233-239.
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioksidan activity. *Songklanakarinn Journal Sciences Technology* 26(2): 211-219.
- Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. *Wetlands International-Indonesia Programme*. Bogor: Ditjen PHKA.
- Pham-Huy LA, He Hua, Pham-Huy C. 2008. Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science* 4(2): 89-96.
- Prasad KN, Yang B, Dong X, Jiang G, Zhang H, Xie H, Jiang Y. 2009. Flavonoid contents and antioxidant activities from *Cinnamomum* species. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10: 627-632.
- Premanathan M, Arakaki R, Izumi H, Kathiresan K, Nakano M, Yamamoto N, Nakashima H. 1999. Antiviral properties of a mangrove plant, *Rhizophora apiculata* blume, against human immunodeficiency virus. *Antiviral Research* 44(2):113-22.
- Priyanto RA. 2012. Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif pada buah bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk.) [skripsi]. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Purwaningsih S, Handharyani E, Sukarno AYP. 2013. Hepotoprotective effects extract ethanol of propagul mangrove (*Rhizophora mucronata*) in white rat strain *Sprague Dawley* I induced carbon tetrachloride (CCl<sub>4</sub>). In: *Maximizing Benefits and Minimizing Risks on Aquatic Products Processing: Blue Economy Approach*. The 1<sup>st</sup> International Symposium on Aquatic Products Proseding; Bogor 13-

- 15<sup>th</sup> November 2013. Bogor: FPIK IPB, MPHPI, TUMSAT, and KKP.
- Reddy MK, Gupta SK, Jacob MR, Khan SI, Ferreira D. 2007. Antioxidant, antimalarial and antimicrobial activities of tannin-rich fractions, ellagitannins and phenolic acids from *Punica granatum* L. *Planta Medica* 73(5): 461-7.
- Salazar-aranda R, Perez-Lopez LA, Arroyo JL, Alanis Garza BA, de Torres NW. 2009. Antimicrobial and antioxidant activities of plants from northeast of Mexico. *Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 41(2): 233-236, doi:10.1093/ecam/nep127.
- Sartini, Djide MN, Alam G. 2007. Ekstraksi komponen bioaktif dari limbah buah kakao dan pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan dan antimikroba. *Jurnal Farmasi Indonesia* 5(1): 1-7.
- Sen S, Chakraborty R, Sridahar C, Reddy YSR, De B. 2010. Free radical, antioxidant, disease and phytomedicines: current status and future prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* 3(1): 91-100.
- Souri E, Amin G, Sherifabadi AD, Nazifi A, Farsam H. 2004. Antioxidative activity of sixty plants from Iran. *Journal of Pharmacy Research* 3: 55-59.
- Steel RGD, Torrie JH. *Prinsip dan prosedur statistika: Suatu pendekatan biometrik*. Bambang S, penerjemah. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Steinberg D. 2009. The LDL modification hypothesis of atherogenesis. *Journal of Lipid Research* 50:376-381.
- Theroux P, Libby P. 2005. Pathophysiology of coronary artery disease. *Circulation* 111: 3481-3488.
- Thompson D, Moldeus P. 1988. Cytotoxicity of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene in isolated rat hepatocytes. *Biochemistry and Pharmacology* 37: 2201-2207.
- Yim HS, Chey FY, Zu YG, Ho SK, Ho CW. 2009. Phenolic profiles of selected edible wild mushrooms as affected by extraction solvent, time and temperature. *Asian Journal of Food and Agro-Industry* 2(3): 392-401.
- Waji RA, Sugrani A. 2009. Makalah kimia organik bahan alam: Flavonoid (Quercetin) [makalah]. Makasar: Program Pascasarjana Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
- Wichi HP. 1988. Enhanced tumour development by butylated hydroxytoluene (BHT) from the properties of effect on fure stomach and esophageal aquamoua epithelium. *Food Chemical Toxicology* 26: 723-727.