

## KOMPOSISI KIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN AKAR, KULIT BATANG DAN DAUN LINDUR

### *Chemical Composition, Bioactive Components and Antioxidant Activities from Root, Bark and Leaf Lindur*

Siluh Putu Sri Dia\*, Nurjanah, Agoes Mardiono Jacobeb

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Institut Pertanian Bogor  
Jalan Lingkar Kampus Darmaga IPB Bogor 16680 Telepon +622518622915  
Faks.+622518622916

\*Korespondensi: putudia15@gmail.com

Diterima: 30 Juni 2015, Diterima: 10 Agustus 2015

#### Abstrak

Tanaman lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif untuk antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi kimia, senyawa bioaktif dan mengetahui aktivitas antioksidan daun, kulit batang dan akar tanaman lindur (*B. gymnorrhiza*). Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu uji proksimat, ekstraksi bertingkat, uji fitokimia, dan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Nilai rendemen tertinggi dihasilkan dari ekstrak etanol daun yaitu 12,85 % dan yang terendah dihasilkan dari ekstrak akar n-heksana yaitu 0,18%. Daun mengandung kadar protein, lemak, dan air yang paling tinggi dari dua bagian sampel lainnya. Kulit batang mengandung kadar abu (4,12 %) dan kadar karbohidrat (46,02 %). Komponen bioaktif yang terdeteksi pada ekstrak etanol dan etil asetat daun adalah flavonoid, tanin, fenol, saponin, steroid dan triterpenoid. Ekstrak etanol kulit batang, etil asetat kulit batang dan etanol akar memiliki komponen bioaktif flavonoid, tanin, fenol, saponin, dan triterpenoid. Ekstrak etil asetat akar hanya memiliki komponen bioaktif flavonoid, fenol, saponin, dan triterpenoid. Aktivitas antioksidan yang potensial adalah ekstrak etil asetat kulit batang lindur dengan nilai  $IC_{50}$  14,21 ppm.

Kata kunci: Antioksidan, fitokimia, akar, etanol, *Bruguiera gymnorrhiza*

#### Abstract

Plants lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) is one of the plants that have a potential as a source of bioactive compounds for the antioxidant. This study aimed to determine the chemical composition, bioactive compound and determine antioxidant activity of leaves, bark and roots of plants lindur (*B. gymnorrhiza*). This research was conducted through several stages proximate test, stratified extraction, phytochemical test, and antioxidant activity test with DPPH. The highest yield value resulting by ethanol extract of the leaves is 12,85 % and the lowest was produced by n-hexane root extract that is 0,18 %. The leaves contain high levels of protein, fat, and water which is the higher of the two parts from the other samples. Bark containing ash content (4,12%) and carbohydrates (46,02%). Root has the highest levels of carbohydrates that is 25,91 %. Bioactive components were detected on ethanol and ethyl acetate extracts of the leaves are flavonoids, tannins, phenols, saponins, steroids and triterpenoid. Bark extract ethanol, ethyl acetate and ethanol root bark has bioactive components there are flavonoids, tannins, phenols, saponins, and triterpenoid.

Ethyl acetate extract of the roots only have bioactive components there are flavonoids, phenols, saponins, and triterpenoids. The potential antioxidant activity produced from ethyl acetate extracts of bark lindur with  $IC_{50}$  values is 14,21 ppm.

Keywords: Antioxidants, phytochemicals, roots, ethanol, *Bruguiera gymnorrhiza*

## PENDAHULUAN

Tanaman lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif yang banyak ditemukan di wilayah tropis Pasifik dari Asia Tenggara, Kepulauan Ryukyu, Mikronesia, dan Polinesia (Samoa) hingga wilayah subtropis Australia (Allen dan Duke 2006). Secara empiris, kulit kayunya digunakan mengobati luka bakar (Kepulauan Solomon), obat diare, dan malaria (Indonesia, Kamboja) (Rahman *et al.* 2011). Senyawa bioaktif umumnya banyak terdapat pada tumbuhan namun tidak menutup kemungkinan terdapat pada hewan yang berasosiasi dengan tumbuhan. Senyawa bioaktif dapat berupa glikosida, alkaloid, terpenoid, maupun flavonoid yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan (Suarsana *et al.* 2008). Senyawa bioaktif dapat ditentukan melalui uji fitokimia. Senyawa ini memiliki peran penting dalam aktivitas antioksidan (Winarsi 2007). Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat atau mencegah terjadinya oksidasi pada substrat yang mudah teroksidasi atau dengan kata lain dapat menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan satu atom protonnya sehingga membuat radikal bebas stabil dan tidak reaktif (Winarsi 2007). Cadangan antioksidan dalam tubuh terbatas sehingga jika terjadi paparan radikal bebas berlebih, tubuh membutuhkan sumber antioksidan yang berasal dari luar. Radikal bebas merupakan salah satu penyebab timbulnya penyakit degeneratif antara lain kangker, aterosklerosis, stroke,

rematik dan jantung (Steinberg 2009; Theroux dan Libby 2005). Radikal bebas yang terbentuk dalam tubuh terjadi akibat adanya peristiwa metabolisme sel normal, peradangan, kekurangan gizi dan akibat respons terhadap pengaruh dari luar tubuh misalnya polusi lingkungan, sinar ultraviolet, asap rokok dan banyak faktor lainnya, sehingga dibutuhkan antioksidan untuk menetralkan efek radikal bebas tersebut (Mega dan Swastini 2010). Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah atau mengurangi resiko yang ditimbulkan oleh aktivitas radikal bebas adalah dengan mengkonsumsi makanan atau suplemen yang mengandung antioksidan serta menjaga pola makan seimbang.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al.* (2011) menyatakan bahwa ekstrak metanol akar tanaman ini memiliki senyawa bioaktif berupa diterpen, triterpen, steroid, flavonoid, glikosida, saponin dan tannin. Aktivitas antioksidan dari akar *Rhizophora apiculata* tergolong kuat dengan nilai  $IC_{50}$  11,4 dan 27,6 pada akar *Acanthus illicifolius* (Asha *et al.* 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Jacob *et al.* (2013) memperlihatkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat pada ekstrak metanol buah lindur dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 9,42 ppm. Hidayat *et al.* (2013) dalam penelitiannya memperlihatkan bahwa penggunaan tepung buah lindur dengan proporsi 70% dapat memberikan kombinasi terbaik sebagai beras analog. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sudirman (2013) menunjukkan adanya kandungan flavonol, flavon, dan glikosilflavon pada buah lindur.

Nurjanah *et al.* (2015) dalam hasil penelitiannya mengemukakan bahwa aktivitas antioksidan kulit batang lindur dari ekstrak etil asetat lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak n-heksana kulit batang ataupun metanol kulit batang, dan tergolong antioksidan kuat dengan nilai  $IC_{50}$  37,23 ppm.

Adanya riset pengembangan bahan dari alam akan dapat meningkatkan nilai guna dan ekonomi tanaman serta memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia dan ekosistem. Penelitian tentang komponen bioaktif dan antioksidan pada ketiga bagian (akar, kulit batang dan daun) pada tanaman lindur yang komprehensif belum pernah dan sangat perlu dilakukan.

Penelitian ini bertujuan menentukan komponen kimia dan aktivitas antioksidan daun, kulit batang dan akar tanaman lindur.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan dan Alat**

Bahan utama yang digunakan pada penelitian adalah daun, kulit batang, akar tanaman lindur (*B. gymnorrhiza*) dengan usia 5 tahun (remaja) yang berasal dari Pantai Indah Kapuk Jakarta Utara. Daun lindur yang digunakan rata-rata memiliki panjang 17,51 cm dan lebar 5 cm dengan  $n=30$ . Kulit batang lindur yang digunakan rata-rata memiliki diameter 3,51 cm dan akar memiliki rata-rata diameter 3,2 cm. Semua sampel dikeringkan dengan sinar matahari selama 1 hari kemudian dihaluskan menjadi bubuk. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah n-heksana (p.a Merck 1043672500) 99,9 %, etil asetat (p.a Merck 1096232500) 99,9 % dan etanol (p.a Merck 1009832500) 99,9 %, Kristal 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) p.a (Sigma-Aldrich kode bahan No.D9132-1G), asam asetat glacial (Merck), kertas saring (Whatman No 42).

Alat-alat yang digunakan, yaitu orbital shaker (WiseShake), rotary evaporator (Buchi Rot. R-205), spektrofotometer UV-Vis (Hitachi U-2800), labu erlenmeyer (Pyrex) ukuran 500 mL, tabung reaksi (Pyrex), beaker glass (Pyrex), labu evaporator nasu flask (Duran).

## **METODE**

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini terdiri beberapa tahap yaitu pengukuran morfometrik, uji proksimat yang meliputi kadar air, kadar abu, lemak, protein, dan karbohidrat (AOAC 2005), ekstraksi bertingkat dengan 3 jenis pelarut yang berbeda kepolarannya (Modifikasi Rahman *et al.* 2011), pengujian kualitatif komponen bioaktif dengan metode fitokimia (Harborne 1987), dan pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun dengan metode DPPH (Salazar-Aranda *et al.* 2009).

### **Ekstraksi Senyawa Bioaktif (Modifikasi Rahman *et al.* 2011)**

Serbuk daun, kulit batang dan akar tanaman lindur kering diekstraksi menggunakan tiga jenis pelarut berdasarkan tingkat kepolarannya, yaitu n-heksana (non polar), etil asetat (semi polar), dan etanol (polar). Tahapan proses ekstraksi daun, kulit batang dan akar tanaman lindur meliputi penghancuran sampel, maserasi, partisi, dan evaporasi. Sampel kering ditimbang sebanyak 75 g, kemudian dimaserasi dengan pelarut n-heksana sebanyak 225 mL, perbandingan 1:3 pada suhu ruang selama 3x24 jam. Setiap 1x24 jam dilakukan penyaringan, kemudian filtrat yang dihasilkan digabungkan dan dipekat menggunakan rotary evaporator. Filtrat n-heksana dikumpulkan dan dipekatkan lalu dihitung rendemennya. Residu n-heksana dipartisi kembali dengan etil asetat, diulang sebanyak 3 kali. Filtrat etil asetat dikumpulkan dan dipekatkan,

lalu dihitung rendemennya. Residu etil aasetat dipartisi kembali dengan etanol, dan diulang sebanyak 3 kali. Filtrat etanol dipekatkan dan dihitung rendemennya.

### Uji aktivitas Antioksidan (Salazar-Aranda *et al.* 2009)

Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH. Metode tersebut didasarkan pada kemampuan sampel yang digunakan dalam mereduksi radikal bebas stabil DPPH. Satu mg ekstrak kasar dan vitamin C sebagai kontrol positif ditimbang, kemudian ditambahkan etanol dengan perbandingan 1:1000. Sebanyak 1,3 g DPPH diencerkan dengan 25 mL etanol. Satu  $\mu$ L etanol dimasukkan ke dalam microwell plate yang telah disiapkan. Pengisian ekstrak dilakukan dengan beberapa konsentrasi dan penambahan larutan DPPH. Campuran dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Serapan yang dihasilkan diukur dengan spektrofotometer UV-visible pada panjang gelombang 517 nm.

Persentase penghambatan aktivitas radikal bebas diperoleh dari nilai absorbansi sampel. Persamaan regresi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi sampel dan presentase penghambatan aktivitas radikal bebas. Nilai konsentrasi penghambatan aktivitas radikal bebas sebanyak 50% ( $IC_{50}$ ) dihitung

menggunakan persamaan regresi. Nilai  $IC_{50}$  diperoleh dengan memasukkan  $y = 50$  serta nilai A dan B yang telah diketahui. Nilai x sebagai  $IC_{50}$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$y = A + B \ln (x)$$

Keterangan:

y = persen inhibisi

x = konsentrasi sampel (ppm)

A = slope

B = intercept

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Ekstraksi Akar, Kulit Batang Daun Lindur (*Bruguiera gymnorhiza*)

Hasil evaporasi yang diperoleh merupakan ekstrak kasar yang berbentuk pasta/gel. Berdasarkan hasil ekstraksi sampel diperoleh rendemen ekstrak kasar dengan urutan nilai rendemen masing-masing yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel yang diekstraksi menggunakan pelarut etanol memiliki rendemen lebih besar jika dibandingkan dengan pelarut lainnya kecuali pada kulit batang. Data tersebut menunjukkan bahwa senyawa yang paling banyak terekstrak dalam jaringan daun dan akar merupakan senyawa yang bersifat polar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan

Tabel 1 Rendemen ekstrak daun, kulit batang, dan akar lindur (*B. gymnorhiza*)

Sampel	Pelarut	Berat rendemen (g)	Rendemen (%)	Warna ekstrak
Daun	n-Heksana	2,14	2,85	Hijau kekuningan
Daun	Etil Asetat	4,48	5,97	Hijau pekat
Daun	Etanol	9,64	12,85	Hijau pekat
Kulit batang	n-Heksana	0,60	0,80	Hijau kekuningan
Kulit batang	Etil Asetat	3,92	5,23	Hijau pekat
Kulit batang	Etanol	3,04	4,05	Coklat kemerahan
Akar	n-Heksana	0,14	0,18	Kuning
Akar	Etil Asetat	0,26	0,35	Coklat muda
Akar	Etanol	3,51	4,68	Coklat

pelarut etanol dapat mengekstrak lebih banyak senyawa bioaktif yang bersifat polar dari tanaman lindur dibandingkan dengan pelarut n-heksana maupun etil asetat. Hasil rendemen kulit batang yang menggunakan pelarut etil asetat menunjukkan hasil yang lebih besar jika dibandingkan dengan pelarut lainnya pada sampel yang sama. Data tersebut memperlihatkan bahwa senyawa yang dominan terdapat pada kulit batang bersifat semipolar. Etil asetat merupakan pelarut semipolar dengan indeks polaritas 4,4 sehingga berbagai senyawa baik polar maupun nonpolar dapat tertarik ke dalam pelarut (Artini *et al.* 2013). Rendemen hasil ekstraksi tergantung pada beberapa faktor, yaitu metode ekstraksi yang digunakan, ukuran partikel bahan ekstrak, kondisi dan waktu penyimpanan sampel mentah, lama waktu ekstraksi dan perbandingan jumlah pelarut terhadap sampel Chew *et al.* (2011).

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa masing-masing pelarut yang berbeda jenisnya memiliki sifat kepolaran untuk melarutkan komponen bioaktif yang berbeda. Pernyataan tersebut didukung oleh Yim *et al.* (2009) bahwa besarnya rendemen ekstrak dari suatu pelarut dipengaruhi juga oleh sifat kepolaran dari pelarut, suhu, waktu ekstraksi serta tingkat kepolaran dari jumlah bahan yang diekstrak yang memiliki polaritas yang sama. Menurut Houghton dan Raman (1998), ekstrak n-heksana (non-polar) mengandung komponen yang bersifat non-polar diantaranya lilin, lemak, dan minyak atsiri, sedangkan ekstrak etil asetat (semipolar) sebagian besar mengandung senyawa-senyawa alkaloid, aglikon-aglikon, dan glikosida, sedangkan untuk pelarut polar metanol dan etanol dapat mengekstrak senyawa fenolik, steroid, terpenoid, alkaloid, dan glikosida. Rendemen ekstrak etanol yang tinggi pada daun diduga dipengaruhi oleh

keberadaan klorofil yang ikut terekstrak, Klorofil merupakan komponen yang keberadaannya cukup besar pada daun dan etanol merupakan salah satu pelarut terbaik yang dapat mengekstrak klorofil.

Hasil ekstraksi dari sampel memiliki warna yang berbeda-beda. Ekstrak n-heksana memiliki warna hijau kekuningan hingga kuning, ekstrak etil asetat berwarna hijau pekat hingga coklat muda, sedangkan ekstrak etanol memiliki warna hijau pekat hingga kemerahan. Adanya perbedaan tersebut tidak hanya dilihat dari warna sampel, namun juga dari sisi jumlah rendemen yang mempengaruhi akumulasi warna ekstrak yang dihasilkan. Warna hijau pada ekstrak n-heksana dan etil asetat menunjukkan adanya pigmen klorofil. Klorofil pada tanaman lindur terdapat di sel-sel epidermis dan korteks. Warna kehijauan pada ekstrak juga dapat disebabkan oleh pigmen kuinon, warna pigmen kuinon mulai dari kuning muda sampai hitam muda. Pigmen ini sering terdapat dalam kulit, akar, atau dalam jaringan lain misalnya daun. Warna merah kecokelatan pada ekstrak etanol diduga merupakan pigmen antosianin yang umumnya terdapat pada bunga namun juga ditemukan pada kayu dan kulit kayu. Antosianin merupakan pigmen tanaman yang larut dalam pelarut polar yang memberikan warna merah, ungu hingga biru pada tanaman tingkat tinggi (Harborne 1987). Warna kecokelatan dapat pula diakibatkan adanya lignin yang terdegradasi dari dinding sel dan terlepas bersama pelarut. Lignin yang diperoleh dengan cara isolasi biasanya berupa zat padat amorf berwarna coklat (Robinson 1995). Warna coklat pada ekstrak dapat pula disebabkan adanya tannin, senyawa ini biasanya terdapat khusus dalam jaringan kayu. Menurut Danarto *et al.* (2011), warna tanin secara garis besar adalah berwarna coklat atau

gelap jika dibiarkan di udara terbuka, memiliki gugus fenol dan bersifat koloid, serta larut dalam air dan pelarut polar lainnya.

### Komposisi Kimia Daun, Kulit Batang dan Akar Tanaman Lindur

Kandungan daun, kulit batang dan akar lindur ditentukan melalui uji proksimat. Hasil pengujian proksimat dapat dilihat pada Tabel 2.

Sesuai dengan hasil Tabel 2 dapat diketahui bahwa daun mengandung kadar air sebesar 74,72 %, dan merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan kadar air kulit batang dan akar. Perbedaan ini diduga terkait fungsi daun dalam fotosintesis yang menghasilkan air. Kadar air sampel daun hasil penelitian lebih besar jika dibandingkan dengan kadar air daun mangrove api-api hasil penelitian Jacob *et al.* (2011). Hasil tersebut memperlihatkan bahwa sampel penelitian yang digunakan masih sangat segar. Kadar air kulit batang hasil penelitian lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar air dari kulit batang mangrove dari jenis lainnya. Kadar air kulit batang hasil penelitian yang rendah mungkin disebabkan oleh habitat mangrove yang bersalinitas tinggi dan suhu habitat yang tinggi. Kadar air akar hasil penelitian lebih besar dibandingkan dengan kadar air akar (*N. fruticans*) hasil penelitian Osabor *et al.* (2008). Menurut

Krzynowek dan Murphy (1987) adanya perbedaan kadar air untuk beberapa spesies tergantung pada musim dan lokasi pengambilan sampel.

Kadar abu hasil penelitian baik itu sampel daun maupun akar memiliki kadar abu berturut-turut 2,55 %, dan 4 % yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar abu dari spesies daun api-api (Jacob *et al.* 2011) dan akar *N. fruticans* (Osabor *et al.* 2008). Kadar abu kulit batang tanaman lindur hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurjanah *et al.* (2015) lebih kecil dibandingkan dengan kadar abu dalam penelitian ini. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh waktu pengambilan dan usia sampel penelitian ini yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurjanah *et al.* (2015). Adanya fluktuasi kandungan abu dapat dipengaruhi pula oleh adanya perbedaan habitat atau lingkungan hidup dan spesies yang berbeda. Perbedaan kadar abu/mineral pada tanaman dipengaruhi banyak faktor, antara lain kesuburan tanah, genetika tanaman, dan lingkungan dimana tanaman itu tumbuh (Fennema 1996).

Sesuai dengan hasil yang disajikan pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa kadar protein daun, kulit batang dan akar hasil penelitian berturut-turut 2,16%, 1,84% dan 0,96%. Kandungan protein tersebut lebih kecil berturut-turut jika dibandingkan

Tabel 2 Komposisi kimia daun, kulit batang dan akar tanaman lindur (%)

Parameter	Daun	Kulit Batang	Akar	Daun api-api ( <i>Avicennia marina</i> ) <sup>1</sup>	Kulit Batang ( <i>Brugueirra gynorrhiza</i> ) <sup>2</sup>	Akar ( <i>Nypa fruticans</i> ) <sup>3</sup>
Kadar Air	74,72	47,12	68,96	68,16	65,18	65,14
Kadar Abu	2,55	4,12	4,00	4,45	1,99	4,20
Kadar Protein	2,16	1,84	0,96	3,67	1,89	1,27
Kadar Lemak	1,12	0,92	0,18	0,72	0,66	1,56
Kadar Karbohidrat	19,45	46,02	25,91	23,00	30,28	24,63
Serat Kasar	5,36	13,34	6,81	4,12	6,48	2,47

dengan kadar protein daun *A. marina*. dari hasil penelitian Jacob *et al.* (2011) 3,67 %; kulit batang tanaman lindur 1,89% dari hasil penelitian Nurjanah *et al.* (2015); dan kadar protein akar *N. fruticans* 1,27 % dari hasil penelitian Osabor *et al.* (2008). Adanya nilai perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan habitat bahan baku yang digunakan. Kondisi nutrisi yang terkandung di habitat memberikan pengaruh terhadap komposisi kimia pada organisme yang hidup di wilayah tersebut (Megayana *et al.* 2012). Secara umum tanaman memiliki kandungan protein yang rendah dibandingkan dengan hewan yang kadar proteinnya dapat mencapai 18,71 - 20,67% (Nurjanah *et al.* 2010).

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa kadar lemak daun, kulit batang dan akar lindur adalah berturut-turut sebesar 1,12%, 0,92% dan 0,18%. Kadar lemak daun dan kulit batang hasil penelitian lebih besar berturut-turut jika dibandingkan dengan kadar lemak daun mangrove api-api yaitu 0,72% hasil penelitian Jacob *et al.* (2011); dan kadar lemak kulit batang tanaman lindur yaitu 0,66% (Nurjanah *et al.* 2015). Kadar lemak akar hasil penelitian lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar lemak kulit batang *N. fruticans* yaitu 1,56% hasil penelitian Osabor *et al.* (2008). Kadar lemak yang rendah dapat disebabkan oleh kandungan kadar air yang cukup tinggi sehingga kadar lemak secara proporsional menurun.

Hasil perhitungan karbohidrat dengan metode *by difference* merupakan metode penentuan kadar karbohidrat dalam bahan secara kasar. Karbohidrat berperan dalam metabolisme tumbuhan dan hewan. Karbohidrat menghasilkan kalori sebanyak 4,2 kalori setiap g (Ketaren 2008). Kadar karbohidrat daun hasil penelitian lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar karbohidrat daun mangrove api-api 23,00 % hasil

penelitian Jacob *et al.* (2011). Kadar karbohidrat kulit batang mangrove api-api hasil pengujian yang dilakukan oleh Nurjanah *et al.* (2015) yaitu 30,28% lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar karbohidrat hasil penelitian. Kadar karbohidrat yang tinggi tersebut disebabkan oleh rendahnya kandungan air yang terdapat pada kulit batang, sehingga berdampak pada kandungan karbohidratnya yang lebih tinggi ketika dihitung secara *by difference*.

Serat banyak terdapat pada dinding sel berbagai tanaman, sayuran dan buah-buahan. Hasil penelitian terhadap kadar serat daun, kulit batang dan akar tanaman lindur berturut-turut sebesar 5,36%; 13,34% dan 6,81%. Jika dibandingkan dengan kadar serat daun mangrove api-api hasil penelitian Jacob *et al.* (2011) yaitu 4,12%; 6,48% (Nurjanah *et al.* 2015); dan 2,47% (Osabor *et al.* 2008) maka kadar serat daun, kulit batang dan akar lindur hasil penelitian lebih tinggi. Tingginya kadar serat yang terukur terlihat dari tingginya kadar karbohidrat.

### **Komponen Bioaktif Kualitatif Ekstrak Kasar Daun, Kulit Batang dan Akar Tanaman Lindur**

Uji fitokimia dilakukan untuk menentukan komponen bioaktif yang terkandung dalam suatu bahan. Pengujian fitokimia penelitian ini meliputi uji alkaloid, flavonoid, tanin, fenol hidrokuinon, saponin, steroid dan triterpenoid.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat kulit batang mengandung komponen bioaktif flavonoid, tannin, fenol, saponin dan triterpenoid. Menurut Sirait (2007) flavonoid terdapat pada seluruh bagian tanaman, termasuk pada buah, tepung sari dan akar dalam bentuk glikosida. Flavonoid diklasifikasikan menjadi flavon, flavonol, flavanon, flavanonol, isoflavon, calkon,

Tabel 3 Komponen bioaktif ekstrak kasar daun, kulit batang dan akar tanaman lindur (*B. gymnorrhiza*)

Parameter	Daun			Kulit Batang			Akar		
	Etanol	Etil A	n-Hek- sana	Etanol	Etil A	n-Hek- sana	Etanol	Etil A	Hek- sana
Alkaloid	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoid	+	+++	+	++++	++	+	+++	++++	-
Tanin	+	+	-	++	++	-	+	-	-
Fenol	+++	+++	+	++	++	+	++	++	-
Saponin	+	+	-	++	+	-	+++	+	-
Streoid	+++	++	+	-	-	+	-	-	-
Triterpenoid	+	+	+	+++	++	+	++++	+	+

Keterangan : (-) = tidak terdeteksi ; (+) = positif lemah (++) = positif; (+++) = positif kuat; (++++) = positif sangat kuat

dihidroalkon, auron, antosianidin, katekin dan flavan-3,4-diol. Ekstrak etanol dan etil asetat akar lindur dominan mengandung komponen bioaktif flavonoid, saponin dan triterpenoid. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al.* (2011) bahwa pada ekstrak akar *B. gymnorrhiza* terdeteksi kandungan flavonoid, saponin dan tannin. Kar *et al.* (2006) menyatakan bahwa senyawa flavonoid merupakan senyawa yang bersifat non polar dan banyak ditemukan pada batang tumbuhan.

Tanin merupakan komponen zat organik turunan polimer glikosida yang terdapat dalam bermacam-macam tumbuhan, terutama tumbuhan berkeping dua atau dikotil. Tanin, polifenol, dan flavonoid merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan karena ketiga senyawa tersebut adalah senyawa-senyawa fenol, yaitu senyawa dengan gugus -OH yang terikat pada cincin aromatik. Hagerman (1998) menyatakan bahwa tanin mempunyai kemampuan menangkap radikal bebas. Tanin sangat efektif sebagai pendonor elektron dan atom hidrogen serta pengkelat logam, sebab senyawa ini memiliki gugus hidroksil

dan ikatan rangkap terkonjugasi yang memungkinkan terjadinya delokalisasi elektron.

Senyawa fenol yang terdeteksi pada ekstrak kulit batang disebabkan oleh penggunaan pelarut pada proses ekstraksinya (Tabel 3). Senyawa fenol bebas biasanya terdapat dalam jaringan kayu, sementara senyawa fenol yang berada di tempat lain biasanya dalam bentuk glikosida. Senyawa fenol dapat berupa flavonoid, fenol monosiklik sederhana, fenilpropanoid, dan kuinon fenolik. Fenol hidrokuinon dan senyawa turunannya berfungsi sebagai inhibitor oksidatif untuk mengikat radikal bebas dan bereaksi dengan senyawa *Reactive Oxygen Species* (ROS) membentuk senyawa yang lebih stabil (Harbone 1987). Komponen fenolat bersifat larut air selama komponen tersebut berikatan dengan gula membentuk glikosida, dan biasanya terdapat dalam vakuola sel (Robinson 1995). Senyawa fenolat dapat melindungi mangrove dari kerusakan akibat radiasi ultraviolet (Agati *et al.* 2007).

Hasil indentifikasi pada Tabel 3, saponin ditemukan pada ekstrak daun, kulit batang dan akar yang menggunakan pelarut etanol dan etil asetat dan tidak



terdeteksi pada ekstrak kasar yang menggunakan pelarut n-heksana. Penggunaan pelarut yang memiliki tingkat kepolaran berbeda dapat menjadi salah satu faktor tidak terdeteksinya saponin pada ekstrak yang menggunakan pelarut nonpolar seperti n-heksana. Sumarto *et al.* (2011) menyatakan bahwa saponin termasuk dalam golongan glikosida yang umumnya banyak ditemukan pada tumbuhan, memiliki karakteristik berupa buih, mudah larut dalam pelarut polar dan tidak larut dalam pelarut non polar. Senyawa saponin bersifat antioksidan dan radical scavenger dengan membentuk hydrogen peroksida sebagai senyawa antara dan dapat menyumbangkan hidrogen pada senyawa radikal DPPH sehingga mengakhiri reaksi rantai radikal (Xiong *et al.* 2010).

Kandungan steroid terdeteksi pada ekstrak etanol, etil asetat dan n-heksana daun serta pada n-heksana kulit batang. Senyawa steroid pada mulanya hanya dipertimbangkan terdapat pada hewan saja, tetapi akhir-akhir ini juga ditemukan pada tumbuhan (Harborne 1987). Ekstraksi dengan pelarut etanol dapat memisahkan senyawa fenolik, steroid, terpenoid, alkaloid dan glikosida (Houghton dan Raman 1998). Schmidt dan Steinhart (2001) menyatakan bahwa kandungan steroid pada ekstrak polar dan non-polar tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Steroid dapat dimanfaatkan sebagai sumber antibakteri (Firdayani *et al.* 2015). Bangham dan Horne (2006) menyatakan bahwa steroid dapat berinteraksi dengan membran fosfolipid sel yang bersifat impermeabel terhadap senyawa-senyawa lipofilik sehingga menyebabkan integritas membran menurun, morfologi membran sel berubah, dan akhirnya dapat menyebabkan membran sel rapuh dan lisis.

Sesuai dengan hasil pengujian

kandungan triterpenoid secara umum banyak terdapat ekstrak etanol kulit batang dan akar. Terdeteksinya senyawa triterpenoid diduga disebabkan oleh kemampuan pelarut etanol dalam mengekstrak senyawa yang bersifat polar. Hasil uji positif sangat kuat terhadap kandungan triterpenoid pada akar lebih tinggi dibandingkan dengan daun sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Nurainun *et al.* (2012) bahwa kandungan triterpenoid pada mangrove jenis *Excoecaria agallocha* lebih banyak terdapat pada bagian akar daripada pada bagian daun. Kandungan triterpenoid pada daun mangrove jenis *Excoecaria agallocha* adalah 8,4% lebih rendah dibandingkan pada bagian akarnya yaitu 50,3 %. Riyanto *et al.* (2013) menyatakan bahwa senyawa triterpenoid pada tumbuhan berfungsi sebagai pelindung untuk menolak serangga dan serangan mikroba. Fitokimia pada dasarnya dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bagian primer dan bagian sekunder, tergantung pada fungsinya pada metabolisme tanaman. Bagian primer terdiri atas gula, asam amino, protein dan klorofil. Bagian sekunder terdiri atas alkaloid, terpenoid, saponin, komponen fenol, flavonoid, tanin, dan lain-lain Koche *et al.* (2010)

### **Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun, Kulit Batang dan Akar Tanaman Lindur**

Suatu senyawa digolongkan memiliki aktivitas antioksidan apabila senyawa tersebut mampu mendonorkan atom hidrogennya pada radikal bebas DPPH. Aktivitas antioksidan ditandai dengan terjadinya perubahan warna ungu menjadi kuning pucat (Molynuex 2004).

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa ekstrak daun, kulit batang dan akar lindur yang menggunakan pelarut n-heksana memiliki aktivitas antioksidan

Tabel 4 Hasil pengujian aktivitas antioksidan daun, kulit batang, akar lindur dan Vit C

Bahan Uji	Nilai IC <sub>50</sub> (ppm)	Kategori antioksidan*	Perbandingan dengan literatur lain IC <sub>50</sub> (ppm)
Daun Heksana	359,2408	Sangat lemah	1003,66 <sup>1</sup>
Daun Etil Asetat	30,3964	Sangat kuat	182,33 <sup>1</sup>
Daun Etanol	34,2723	Sangat kuat	257,58 <sup>1</sup> 0,029 <sup>8</sup>
Kulit Batang Heksana	29,4009	Sangat lemah	177,05 <sup>2</sup>
Kulit Batang Etil Asetat	14,2140	Sangat kuat	11,66 <sup>2</sup>
Kulit Batang Etanol	19,6193	Sangat kuat	26,189 <sup>3</sup> 0,0197 <sup>6</sup>
Akar Heksana	3,17 x 10 <sup>14</sup>	Sangat lemah	235 <sup>7</sup>
Akar Etil Asetat	105,23	Sedang	529,114 <sup>8</sup> 15,636 <sup>4</sup>
Akar Etanol	42,04	Sangat kuat	11,4 <sup>5</sup> 27,6 <sup>5</sup>
Vitamin C	3,5952	Sangat kuat	-

Keterangan : \*Molyneux (2004); <sup>1</sup>Jacob *et al.* (2011) *Avicennia marina*; <sup>2</sup>Herawati (2012), *Soneratia alba* hasil fraksi; <sup>3</sup>Putri dan Hidajati 2015 (*Xylocarpus moluccensis*); <sup>4</sup>Nurani (2013) (pasak bumi); <sup>5</sup>Asha *et al.* (2012) *Rhizophora apiculata*; <sup>6</sup>Shafaghat (2011) *L. persicum*; <sup>7</sup>Latha *et al.* (2014) *Stereospermum colais*; <sup>8</sup>Haq *et al.* (2011) ekstrak etanol daun *B. gymnorrhiza*

dengan nilai IC<sub>50</sub> yang sangat lemah yaitu >200 ppm. Kecilnya aktivitas antioksidan dari ekstrak yang menggunakan pelarut n-heksana diduga disebabkan oleh komponen yang terekstrak bukanlah senyawa antioksidan yang kuat melainkan mengandung komponen non-polar berupa lemak. Suratmo (2009) menyatakan bahwa pada fraksi ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antioksidan karena hanya mengandung senyawa non-polar, misalnya minyak atsiri, lemak dan minyak. Aktivitas antioksidan ekstrak n-heksana daun hasil penelitian lebih besar dibandingkan dengan ekstrak n-heksana daun *Avicennia marina* yang sebesar 1003,66 (Jacob *et al.* 2011). Berbeda dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak n-heksana kulit batang dan akar hasil penelitian yang lebih rendah jika

dibandingkan secara berturut-turut dengan fraksi n-heksana kulit batang *S. alba* yakni 177,05 (Herawati 2012) dan ekstrak n-heksana akar tanaman *L. persicum* 235 ppm (Shafaghat 2011).

### Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun, Kulit Batang dan Akar Tanaman Lindur

Suatu senyawa digolongkan memiliki aktivitas antioksidan apabila senyawa tersebut mampu mendonorkan atom hidrogennya pada radikal bebas DPPH. Aktivitas antioksidan ditandai dengan terjadinya perubahan warna ungu menjadi kuning pucat (Molyneux 2004).

Ekstrak daun dan kulit batang yang menggunakan pelarut etil asetat memperlihatkan aktivitas antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> berturut-turut sebesar

30,39 ppm; 14,21 ppm, sedangkan ekstrak etil asetat akar memiliki aktivitas antioksidan sebesar 105,23 ppm. Adanya perbedaan nilai  $IC_{50}$  antioksidan ini dapat dipengaruhi oleh bagian dari bahan baku yang digunakan, dan dari fungsi bagian tersebut. Tensiska *et al.* (2001) dalam penelitiannya berpendapat bahwa pelarut etil asetat mungkin lebih banyak mengandung senyawa isoflavon baik non polar (aglikon) maupun polar (glikon), ekstrak etil asetat memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan ekstrak etanol dan ekstrak n-heksana. Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat kulit batang merupakan aktivitas yang tertinggi diantara sampel penelitian lainnya. Aktivitas antioksidan yang tinggi ini terkait dengan sifat etil asetat yang merupakan pelarut semi polar yang dapat melarutkan komponen senyawa antioksidan yang bersifat polar dan non-polar sehingga menghasilkan beragam senyawa antioksidan yang memiliki aktivitas sangat kuat walaupun rendemennya lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan pelarut polar.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Jacoeb *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan dari ekstrak etil asetat buah lindur hanya 443,61 ppm lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian. Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat daun dan akar hasil penelitian lebih tinggi jika dibandingkan berturut – turut dengan ekstrak etil asetat daun *A. marina* yang sebesar 182,33 (Jacoeb *et al.* 2011) dan ekstrak etil asetat akar tanaman *Stereospermum colais* yang sebesar 529,114 (Latha *et al.* 2014). Aktivitas antioksidan etil asetat kulit batang hasil penelitian yang tergolong kuat dengan nilai  $IC_{50}$  yang lebih rendah jika dibandingkan dengan fraksi etil asetat kulit batang *S. alba* yang sebesar 11,66 (Herawati 2012).

Sesuai dengan hasil pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa aktivitas

antioksidan ekstrak etanol daun, kulit batang, dan akar memiliki nilai  $IC_{50}$  berturut-turut yaitu 34,27 ppm; 19,62 ppm; 42,04 ppm. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun hasil penelitian lebih tinggi jika dibandingkan dengan aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% daun sirih merah dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 85,82 ppm Alfarabi (2010). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak etanol daun *B. gymnorrhiza* hasil penelitian Haq *et al.* (2011) yaitu 0,029 ppm, namun jika dibandingkan dengan ekstrak metanol daun *A. marina* yaitu 257,58 ppm (Jacoeb *et al.* 2011), aktivitas antioksidan hasil penelitian lebih tinggi. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit batang hasil penelitian lebih kecil dibandingkan dengan ekstrak etanol *B. gymnorrhiza* yaitu 0,0197 ppm (Haq *et al.* 2011) dan lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak methanol *Xylocarpus moluccensis* sebesar 26,189 ppm (Putri dan Hidajati 2015). Nilai  $IC_{50}$  ekstrak etanol akar lindur lebih kecil jika dibandingkan dengan ekstrak etanol pasak bumi yaitu 15,636 ppm (Nurani 2013), ekstrak etanol *Rhizophora apiculata* 11,4 ppm (Asha *et al.* 2012), dan ekstrak etanol *Acanthus ilicifolius* 27,6 ppm (Asha *et al.* 2012). Perbedaan nilai aktivitas antioksidan ini dipengaruhi oleh jenis pelarut, metode ekstraksi, dan metode pengujian (Shalaby dan Sanaa 2012).

## KESIMPULAN

Daun mengandung kadar protein (2,16 %), lemak (1,12 %), dan air (74,72 %) yang paling tinggi dari dua sampel uji lainnya. Kulit batang mengandung kadar abu (4,12 %) dan kadar karbohidrat (46,02 %) yang paling tinggi dari dua sampel uji lainnya. Komponen bioaktif yang terdeteksi pada ekstrak etanol dan etil asetat daun adalah flavonoid, tanin, fenol, saponin, steroid dan triterpenoid. Ekstrak

etanol kulit batang, etil asetat kulit batang dan etanol akar memiliki komponen bioaktif flavonoid, tanin, fenol, saponin, dan triterpenoid, sedangkan ekstrak etil asetat akar hanya memiliki komponen bioaktif flavonoid, fenol, saponin, dan triterpenoid. Aktivitas antioksidan yang potensial adalah ekstrak etil asetat kulit batang lindur dengan nilai  $IC_{50}$  14,21 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Agati G, Stefano G, Biricolti S, Tattini M. 2009. Mesophyll distribution of 'antioxidant' flavonoid glycosides in *Ligustrum vulgare* leaves under contrasting sunlight irradiance. *Journal Annals of Botany* 104:853–861.
- Alfarabi M. 2010. Kajian Antidiabetogenik Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) in vitro. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Allen JA, Duke NC. 2006. *Bruguiera gymnorrhiza* (large-leafed mangrove). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry Apr; Ver 2.I. www.traditionaltree.org. [12 Juni 2014].
- Artini PEUD, Astuti KW, Warditiani NK. 2013. Uji fitokimia ekstrak etil asetat rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb). *Jurnal Farmasi Udayana* 2(4):6-12.
- Asha KK, Suseela M, Laksmanan PT. 2012. Flavonoid and phenolic compounds in two mangrove species and their antioxidant property. *Journal of Geo-Marine Science* 41(3):259-264.
- Bangham AD, Horne RW. 2006. Action of saponins on biological cell membranes. *Journal Nature* 196(1):952-953.
- Chew KK, Thoo YY, Khoo MZ, Wan AWM, Ho CW. 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal* 18:566-573.
- Danarto YC, Prihananto SA, Pamungkas ZA. 2011. Pemanfaatan Tanin dari Kulit Kayu Bakau sebagai Pengganti Gugus Fenol pada Resin Fenol Formaldehid Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. Yogyakarta, 22 Februari 2011.
- Fennema OR. 1996. Food Chemistry. Ed ke-3. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Firdiyani F, Agustini TR, Ma'ruf WF. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda extraction of bioactive compounds as natural antioxidants from fresh *Spirulina platensis* using different solvents. *JPHPI* 18(1):28-37.
- Hagerman AE, Butler LG. 1998. Tannins and lignins. In: Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites, Vol I: The chemical participants, (Rosenthal GA, Berenbaum MR ), Academic Press, NY (USA), pp.355-388.Houghton PJ, Raman A. 1998. Laboratory Handbook for the Fractionation of Natural Extracts. London: Chapman and Hall.
- Haq M, Sani W, Hossain ABMS, Taha RM, Monneruzzaman KM. 2011. Total phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activities of *Bruguiera gymnorrhiza*. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(17):4112-4118,
- Harborne JB. 1987. Metode Fitokimia. Edisi ke-2. Padmawinata K, Soediro I, penerjemah. Bandung: Institut Teknologi Bandung. Terjemahan dari: Phytochemical Methods.
- Herawati N. 2012. Total phenolic and

- antioxidant activity of *Sonneratia alba* bark. *Jurnal Sainsmat* 1(1):93-99.
- Hidayat T, Suptijah P, Nurjanah. 2013. Karakterisasi tepung buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) sebagai beras analog dengan penambahan sagu dan kitosan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 16(3):267-277.
- Houghton, P.J. dan Raman, A. 1998. *Laboratory Handbook for The Fractionation of Natural Extracts*. London : Thomson Science
- Jacob AM, Purwaningsih S, Rinto. 2011. Anatomy, bioactive compounds and antioxidant activity of mangrove api-api (*Avicennia marina*) leaf. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* XIV(2):143-152.
- Jacob AM, Suptijah P, Zahidah. 2013. Bioactive components and antioxidant activity of large-leafed mangrove fruit (*Bruguiera gymnorrhiza*). *Journals Indonesian Fishery Product Processing* 16(1):86-94.
- Kar P, Laight D, Shaw KM, Cummings MH. 2006. Flavonoid rich grapeseed extracts: a new approach in high cardiovascular risk patients. *International Journal Clin Practice* 60(11):1484-492.
- Ketaren S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Koche D, Shirsat R, Imran S, Bhadange DG. 2010. Phytochemical screening of eight traditionally used ethnomedicinal plants from Akola district (MS) India. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 1(4):253-256.
- Krzynowek J, Murphy J. 1987. Proximate Composition, Energy, Fatty Acid, Sodium, and Cholesterol Content of Finfish, Shellfish, and their Products. NOAA Technical Report NMFS 55. United of State: Departement of Commerce.
- Latha S, Seethalakshmi S, Chamundeeswari D, Senthamarai R, Shanthi S, Grace XF. 2014. Comparative phytochemical and antioxidant studies on roots of *Stereospermum colais* & *Stereospermum suaveolens*. *International Journal of Phytopharmacology* 5(4):301-305.
- Megayana Y, Subekti S, Alamsjah MA. 2012. Studi kandungan alginat dan klorofil rumput laut *Sargassum* sp. pada umur panen yang berbeda. *Journal of Aquaculture and Fish Health* 1(1):120-127.
- Mega IM, Swastini DA. 2010. Skrining fitokimia dan aktivitas antiradikal bebas ekstrak metanol daun gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Kimia* 4 (2): 187-192.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal Science of Technology* 26(2):211-219.
- Nurani LH. 2013. Isolation and free radicals scavenging activity of isolate-1, ethyl acetate fraction, and ethanolic extract of pasak bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) Root. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian* 3(1):95-104.
- Nurainun Hasbi, Basyuni M, Agustina L, Putri. 2012. Karakterisasi senyawa isoprenoid sebagai produk alami pada mangrove sejati minor non sekresi *Excoecaria agallocha* L., di hutan mangrove Sumatera utara. *Jurnal Universitas Sumatra* 358(1):1-5.
- Nurjanah, Taufiqurrahman, Nurhayati T. 2010. Komposisi kimia dan vitamin A, B1, B2, B3 daging ikan gurami (*Osporonemus goramy*) pada berbagai ukuran. *Akuatik* 4(1):21-29.
- Nurjanah N, Jacob AM, Hidayat T, Shylina S. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity of lindur stem bark (*Bruguiera gymnorrhiza*). *International Journal of Plant Science and Ecology* 1(5):182-189.

- Osabor VN, Egbung GE, Okafor PC. 2008. chemical profile of *Nypa fruticans* from cross river estuary, South Eastern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 7(1):146-150.
- Putri AAS, Hidajati N. 2015. Activity antioxidant test of phenolic compound methanol extract from stem bark Nyiri Batu (*Xylocarpus Moluccensis*). *Journal of Chemistry UNESA* 4(1):37-42.
- Rahma MA, Arif Ahmed, IZ Sahid. 2011. Phytochemical and pharmacological properties of *Bruguiera gymnorrhiza* roots extract. *International Journal of Pharmaceutical Research* 3(1):63-67.
- Robinson T. 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi. Bandung: ITB.
- Riyanto EI, Widowati I, Sabdono A. 2013. Skrining aktivitas antibakteri pada ekstrak *Sargasum polycystum* terhadap bakteri *Vibrio harveyi* dan *Micrococcus luteus* di Pulau Panjang Jepara. *Journal of Marine Research* 1(1):115-121.
- Salazar-Aranda R, Perez-Lopez LA, Lopez-Arroyo J, Alanis-Garza BA, De Torres JL. 2009. Antimicrobial and antioxidant activities of plants from northeast of Mexico. *Journal Alternative Medicine* 201(1):1-6.
- Schmidt G, Steinhart H. 2001. Impact of extraction solvents on steroid contents determined in beef. *Journal of Food chemistry* 76:83-88.
- Shafaghat A. 2011. Chemical constituents, antimicrobial and antioxidant activity of the hexane extract from root and seed of *Levisticum persicum* Freyn and Bornm. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(20):5127-5131.
- Shalaby EA, Sanaa MMS. 2012. Comparison of DPPH and ABTS assays for determining antioxidant potential of water and methanol extracts of *Spirulina platensis*. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 42(5):556-564.
- Sirait M. 2007. Penuntun Fitokimia dalam Farmasi. Bandung: ITB.
- Sudirman S, Nurjanah, Jacob AM. 2014. Proximate compositions, bioactive compounds and antioxidant activity from large-leafed mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) fruit. *International Food Research Journal* 21(6):2387-2391.
- Sumarto, Desmelati, Dahlia, Hasan B, Azwar M. 2011. Penentuan senyawa bioaktif ekstrak daging siput bakau (*Terebralia sulcata*) dengan kromatografi lapis tipis (KLT). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* 39(2):85-96.
- Suratmo. 2009. Potensi ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) sebagai antioksidan. *Jurnal penelitian* 205(1):1-5.
- Suarsana NI, Priosoeryanto BP, Bintang M, Wresdiyati T. 2008. Aktivitas hipoglikemik dan antioksidatif ekstrak metanol tempe pada tikus diabetes. *J Veteriner* 9:122-127.
- 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. *J. Circulation* 111:3481-3488.
- Tensiska, Wijaya CH, Andarwulan N. 2001. Aktivitas antioksidan ekstrak buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) dalam beberapa sistem kestabilan pangan dan kestabilan aktivitasnya terhadap kondisi suhu dan pH. *Jurnal Teknol Industri Pangan* 14:29-39.
- Wang H, Du YJ, Song HC. 2010.  $\alpha$ -Glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibitory activities of guava leaves. *Journal Food Chem* 123:6-13.
- Winarno FG. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: MBrio Press.
- Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami dan*

- Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- XiongY, Yuan C, Chen R, Dawson TM, Dawson VL. 2010. Preparation and biological activity saponin *Ophiogon japonicas*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 6(26):1964-1970.
- Yim HS, Chye FY, 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.