

Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Ekstrak Etanol Ganggang Hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dengan Metode DPPH

(Free Radical Scavenger Activity of Green Algae Ethanolic Extract *Spirogyra* sp. and *Ulva lactuca* Using DPPH Method)

NINA SALAMAH*, WAHYU WIDYANINGSIH, INNAYAH IZATI, HARI SUSANTI

Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

Diterima 3 November 2014, Disetujui 14 Maret 2015

Abstrak: Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. *Spirogyra* sp. merupakan contoh spesies yang hidup di perairan tawar, sedangkan *Ulva lactuca* di perairan laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan sebagai penangkap radikal bebas ekstrak etanol ganggang hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Ekstrak etanol serbuk ganggang hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dibuat dengan dengan metode maserasi. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH secara spektrofotometri visibel. Asam galat digunakan sebagai kontrol positif. Aktivitas penangkapan radikal bebas dinyatakan dalam ES_{50} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* memiliki aktivitas sebagai penangkap radikal bebas. Nilai ES_{50} *Spirogyra* sp. sebesar $(92,83 \pm 0,58)$ $\mu\text{g/mL}$ dan *Ulva lactuca* sebesar $(1376,65 \pm 7,80)$ $\mu\text{g/mL}$, sedangkan asam galat memiliki harga ES_{50} sebesar $(0,73 \pm 0,04)$ $\mu\text{g/mL}$.

Kata kunci: Radikal bebas, *Spirogyra* sp., *Ulva lactuca*, asam galat, DPPH.

Abstract: Antioxidants are compounds that can inhibit the oxidation reaction, to scavenge free radicals and highly reactive molecules. Green algae is the largest division consisting of more than 500 genera and about 15,000 species. *Spirogyra* sp. is an example of species that lives in fresh water, while *Ulva lactuca* lives in the sea. This study aims to determine the antioxidant activity as scavenger free radicals of the ethanol extract of green algae *Spirogyra* sp. and *Ulva lactuca* by using DPPH (1,1-diphenyl-2-pikrilhidrazil). Ethanol extract of green algae *Spirogyra* sp. and *Ulva lactuca* were prepared from the powder by maceration method. Trials of antioxidant activity in DPPH visible spectrophotometry. Gallic acid used as a positive control. The free radicals scavenging expressed with ES_{50} . The result showed that ethanolic extract of *Spirogyra* sp. and *Ulva lactuca* have activity as scavenger free radicals. The ES_{50} value of *Spirogyra* sp. was $(92,83 \pm 0,58)$ $\mu\text{g/mL}$ and steamed of *Ulva lactuca* was $(1376,65 \pm 7,80)$ $\mu\text{g/mL}$ and the positive control, gallic acid was $(0,73 \pm 0,04)$ $\mu\text{g/mL}$.

Keywords: Free radical, *Spirogyra* sp., *Ulva lactuca*, gallic acid, DPPH.

* Penulis korespondensi, Hp. 081804487736
e-mail: syifaniputri@yahoo.com

PENDAHULUAN

RADIKAL bebas adalah salah satu penyebab kerusakan sel atau jaringan yang menimbulkan penyakit degeneratif, penyakit autoimun, hingga kanker⁽¹⁾. Radikal bebas terbentuk di dalam tubuh akibat produk samping proses metabolisme ataupun karena terpapar melalui pernafasan dan tersebar ke seluruh tubuh.

Tubuh manusia memiliki sistem antioksidan untuk menangkalkan reaktivitas radikal bebas yang secara kontinyu dibentuk oleh tubuh. Kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh radikal bebas pada dasarnya diakibatkan oleh jumlah senyawa oksigen reaktif melebihi jumlah antioksidan dalam tubuh⁽²⁾.

Terdapat berbagai spesies ganggang hijau yang ada di Indonesia. Perbedaan habitat diperkirakan menyebabkan perbedaan aktivitas antioksidan pada spesies ganggang hijau. *Spirogyra* sp. merupakan contoh spesies yang hidup di perairan tawar, sedangkan *Ulva lactuca* di perairan laut. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dengan metode DPPH untuk melihat apakah ada perbedaan aktivitas antioksidan dari kedua jenis ganggang hijau tersebut. Metode ini merupakan metode yang sederhana, cepat dan mudah untuk skrining aktivitas penangkap radikal beberapa senyawa. Selain itu, metode ini terbukti akurat, reliabel dan praktis⁽³⁾.

BAHAN DAN METODE

BAHAN. *Spirogyra* sp diperoleh dari Desa Ketandan Klaten, *Ulva lactuca* diperoleh dari Desa Banjarejo, Tanjungsari, Gunung Kidul.

Alat. Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV PharmaSpec 1700).

METODE. Penyiapan Bahan Utama. Ganggang hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dimasukkan dalam wadah berisi air dan didiamkan selama 12 jam fase penyinaran dan 5 jam fase penggelapan. Ganggang hijau ditiriskan selama 24 jam di tempat yang terlindung dari sinar matahari dan dikeringkan dalam lemari pengering pada suhu 40-50 °C. Ganggang hijau yang telah kering dibuat serbuk. Serbuk yang diperoleh selanjutnya diayak sehingga diperoleh ukuran serbuk yang seragam.

Serbuk ganggang hijau ditetapkan susut pengeringannya dengan alat *halogen moisturizer analyzer*. Serbuk dimaserasi dengan etanol hingga diperoleh ekstrak kental, selanjutnya dilakukan penetapan kadar air dan kadar abu ekstrak dengan metode gravimetri.

Uji Kualitatif Adanya Senyawa Antioksidan.

Uji kualitatif adanya polifenol dilakukan menggunakan FeCl_3 1%⁽⁴⁾, uji alkaloid menggunakan pereaksi Dragendorff⁽⁵⁾ dan uji flavonoid dengan uap amoniak⁽⁶⁾.

Pengujian Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas secara Kuantitatif dengan Metode DPPH⁽⁷⁾. Penentuan Operating Time (Waktu Operasional). Masing-masing sebanyak 1,0 mL larutan sampel ekstrak etanol *Spirogyra* sp., *Ulva lactuca* dan kontrol positif asam galat ditambah dengan 1,0 mL DPPH 0,15 mM, kemudian diamati serapannya selama 0-120 menit pada panjang gelombang (λ) 517 nm.

Penentuan Panjang Gelombang pada Serapan Maksimum. Masing-masing sebanyak 1,0 mL larutan sampel ekstrak etanol *Spirogyra* sp., *Ulva lactuca* dan kontrol positif asam galat 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ditambah dengan 1,0 mL DPPH 0,15 mM, kemudian disimpan di tempat gelap hingga *operating time*. Selanjutnya, serapan diamati pada panjang gelombang (λ) 450-650 nm. Penentuan panjang gelombang pada serapan maksimum juga dilakukan untuk kontrol negatif.

Pengukuran Serapan Larutan. Masing-masing sebanyak 1,0 mL larutan sampel dan larutan kontrol positif asam galat berbagai konsentrasi ditambah dengan 1,0 mL larutan DPPH. Campuran larutan kemudian disimpan di tempat gelap hingga *operating time*. Pengukuran serapan dibaca pada *operating time* dan panjang gelombang pada serapan maksimum yang sudah didapat. Sebagai blanko digunakan etanol absolut *p.a.*

Analisa Data⁽⁸⁾. Data serapan dihitung persen penangkapan radikal bebasnya dengan rumus: %penangkapan radikal bebas = $\{(S_k - S_{sp})/S_k\} \times 100\%$, dimana S_k = serapan kontrol dan S_{sp} = serapan sampel. Data persen penangkapan radikal bebas yang diperoleh dan konsentrasi senyawa uji, kemudian dibuat persamaan regresi linier untuk menentukan harga ES_{50} (*effective scavenging*) yaitu konsentrasi senyawa uji yang mampu menangkap radikal bebas sebesar 50%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simplisia yang telah mengalami proses pengeringan perlu ditentukan kandungan airnya. Syarat mutu kadar air simplisia tidak boleh lebih dari 10%⁽⁹⁾. Kadar air simplisia *Spirogyra* sp. sebesar 7,09% dan *Ulva lactuca* sebesar 8,76%. Kadar air masing-masing simplisia tersebut telah memenuhi syarat mutu untuk kadar air simplisia yaitu tidak lebih dari 10%.

Penetapan susut pengeringan ekstrak bertujuan untuk memberikan batasan maksimal (rentang) besarnya senyawa yang hilang pada proses pengeringan. Susut pengeringan ekstrak tidak boleh lebih dari 10%⁽¹⁰⁾. Dari hasil penelitian, susut pengeringan

ekstrak *Spirogyra* sp. sebesar 9,59% dan *Ulva lactuca* sebesar 10,41%. Susut pengeringan masing-masing ekstrak telah memenuhi syarat mutu untuk susut pengeringan ekstrak yaitu tidak lebih dari 10%.

Penetapan kadar abu ekstrak bertujuan untuk memberikan gambaran kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal sampai terbantu ekstrak. Nilai atau rentang yang diperbolehkan terkait dengan kemurnian dan kontaminasi⁽¹¹⁾. Kadar abu ekstrak *Spirogyra* sp. sebesar 6,52% dan *Ulva lactuca* 26,70%. Nilai kadar abu *Ulva lactuca* yang besar mengindikasikan banyaknya mineral yang terkandung di dalam ekstrak⁽¹⁰⁾. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh limbah yang biasanya mengandung berbagai mineral, termasuk logam berat, dibuang ke perairan dan bermuara ke laut. Habitat *Ulva lactuca* di perairan laut sehingga dapat menyebabkan akumulasi mineral yang menyebabkan besarnya nilai kadar abu *Ulva lactuca*.

Penetapan komponen senyawa aktif dalam ganggang hijau *Spirogyra* sp. maupun *Ulva lactuca* dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan beberapa pereaksi spesifik yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Asam galat digunakan sebagai kontrol positif karena secara kualitatif dalam ekstrak ganggang hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* positif mengandung asam galat.

Pengujian aktivitas penangkapan radikal bebas ekstrak ganggang hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dilakukan dengan menggunakan metode DPPH. Pertimbangan dari metode tersebut karena pada uji pendahuluan aktivitas penangkapan radikal bebas dengan menggunakan pereaksi DPPH, sampel mampu menangkap radikal bebas DPPH yang ditandai dengan pengurangan warna ungu dari DPPH. Metode

DPPH adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan, khususnya untuk senyawa fenol atau polifenol⁽⁷⁾.

Kemampuan larutan ekstrak ganggang hijau *Spirogyra* sp. dan *Ulva lactuca* dalam menangkap radikal bebas DPPH dilihat dari berkurangnya intensitas warna ungu dari larutan DPPH setelah ditambahkan sampel. Pengurangan intensitas warna tersebut disebabkan oleh bereaksinya molekul radikal 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil dengan satu atom hidrogen yang dilepaskan oleh sampel sehingga terbentuk senyawa 1,1-difenil-2-pikrilhidrazin yang berwarna kuning stabil. Senyawa fenol yang terdapat dalam sampel kehilangan atom H akan menjadi radikal bebas baru yang stabil dan tidak reaktif karena adanya efek resonansi inti aromatik⁽²⁾.

Tahap awal pengujian senyawa dengan menggunakan spektrofotometri visibel adalah menentukan waktu operasional (*operating time*). Pada waktu operasional menunjukkan bahwa DPPH telah bereaksi optimal dengan senyawa uji. Dari hasil penelitian, asam galat menunjukkan serapan yang stabil pada menit ke-83 sampai menit ke-97, larutan ekstrak etanol *Spirogyra* sp. pada menit ke-52 sampai menit ke-75, larutan ekstrak etanol *Ulva lactuca* pada menit ke-77 sampai menit ke-93.

Secara teoritis, panjang gelombang pada serapan maksimum untuk larutan DPPH adalah 515-517 nm⁽²⁾. Dari penelitian, diperoleh panjang gelombang pada serapan maksimum DPPH untuk kontrol positif asam galat dengan konsentrasi 1 µg/mL, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dengan konsentrasi 50 µg/mL, dan ekstrak etanol *Ulva lactuca* dengan konsentrasi 2000 µg/mL berturut-turut adalah 515,4 nm; 515,6 nm; 517,8 nm.

Tabel I. Hasil uji kualitatif adanya senyawa antioksidan.

Uji kualitatif	Sampel	Pereaksi	Teori	Hasil	Kesimpulan
Polifenol	Asam galat	FeCl ₃	Kompleks berwarna hijau, ungu, biru atau hitam pekat	Kompleks biru kehitaman	+
	<i>Spirogyra</i> sp.			Kompleks hijau kehitaman	+
	<i>Ulva lactuca</i>			Kompleks hijau kehitaman	+
Alkaloid	Melatonin	Dragendorff	Endapan jingga kecoklatan	Endapan jingga kecoklatan	+
	<i>Spirogyra</i> sp.			Endapan jingga kecoklatan	+
	<i>Ulva lactuca</i>			Endapan jingga kecoklatan	+
Flavonoid	Kuersetin	Uap amoniak	Kuning intensif	Kuning intensif	+
	<i>Spirogyra</i> sp.			Tidak terjadi perubahan warna	-
	<i>Ulva lactuca</i>			Tidak terjadi perubahan warna	-
Tanin	Asam tanat	NaCl 2% dan	Endapan	Endapan putih	+
	<i>Spirogyra</i> sp.	gelatin 1%		Endapan hijau	+
	<i>Ulva lactuca</i>			Endapan hijau	+

Tabel 2. Persen penangkapan radikal bebas dan nilai ES₅₀ asam galat.

No.	Aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (%)						R hitung	Persamaan regresi linear	ES ₅₀ (µg/mL)
	0,25 µg/mL	0,50 µg/mL	0,75 µg/mL	1,00 µg/mL	1,25 µg/mL	1,50 µg/mL			
1.	35,22	39,90	53,32	56,28	66,38	75,37	0,9911*	y = 32,3600x + 26,0967	0,74
2.	33,87	45,57	51,72	57,88	65,52	75,12	0,9948*	y = 31,1154x + 27,7207	0,72
3.	35,71	44,70	51,48	57,76	66,38	74,26	0,9988*	y = 30,1794x + 28,6413	0,71
4.	33,25	37,93	50,25	58,00	65,15	73,40	0,9956*	y = 33,1611x + 23,9807	0,78
5.	33,87	45,81	51,48	57,27	65,15	75,25	0,9952*	y = 30,9383x + 27,7340	0,72
Rata-rata ± LE									0,73 ± 0,04
CV									4,11%

*R hitung > R tabel.

Tabel 3. Persen penangkapan radikal bebas dan nilai ES₅₀ ekstrak etanol *Spirogyra* sp.

No.	Aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (%)					R	Persamaan regresi linear	ES ₅₀ (µg/mL)
	25 µg/mL	50 µg/mL	75 µg/mL	100 µg/mL	125 µg/mL			
1.	20,23	32,04	41,08	52,76	65,45	0,9985*	y = 0,4446x + 8,964	92,30
2.	19,35	31,53	41,96	52,14	64,95	0,9991*	y = 0,4472x + 8,443	92,93
3.	20,23	32,66	41,21	52,39	65,20	0,9981*	y = 0,4386x + 9,437	92,48
4.	19,47	32,04	41,33	52,01	64,45	0,9988*	y = 0,4397x + 8,881	93,52
5.	19,97	31,66	42,08	52,01	64,82	0,9991*	y = 0,4402x + 9,093	92,93
Rata-rata ± LE								92,83 ± 0,58
CV								0,51 %

*R hitung > R tabel.

Tabel 4. Persen penangkapan radikal bebas dan nilai ES₅₀ ekstrak etanol *Ulva lactuca*.

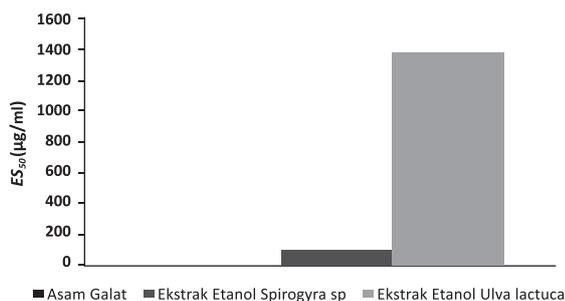
No.	Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas DPPH (%)					R	Persamaan regresi linear	ES ₅₀ (µg/mL)
	400 µg/mL	800 µg/mL	1200 µg/mL	1600 µg/mL	2000 µg/mL			
1.	18,90	32,57	43,97	58,18	69,30	0,9993*	y = 0,0316x + 6,661	1371,49
2.	18,23	31,90	44,10	58,04	68,90	0,9993*	y = 0,0318x + 5,990	1383,96
3.	19,17	32,30	44,50	57,64	69,70	0,9998*	y = 0,0316x + 6,742	1368,92
4.	19,17	32,04	43,97	57,64	69,17	0,9997*	y = 0,0314x + 6,718	1378,41
5.	18,77	32,44	44,10	57,91	69,03	0,9994*	y = 0,0314x + 6,653	1380,48
Rata-rata ± LE								1376,65 ± 7,80
CV								0,46 %

*R hitung > R tabel.

Semakin tinggi persen penangkapan radikal bebas sampel menunjukkan semakin tingginya aktivitas antioksidan. Untuk membandingkan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH antara kontrol positif asam galat, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca* digunakan parameter potensi aktivitas penangkapan radikal bebas. Parameter aktivitas penangkapan radikal bebas yang digunakan

adalah ES₅₀. ES₅₀ merupakan konsentrasi senyawa uji yang menghasilkan aktivitas penangkapan radikal DPPH sebesar 50%⁽²⁾. Persen penangkapan radikal bebas dan nilai ES₅₀ oleh senyawa uji ditampilkan pada Tabel 2, 3 dan 4 berturut-turut untuk kontrol positif asam galat, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca*.

Pada Tabel 2, 3 dan 4 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi maka semakin besar persen penangkapan radikal bebas DPPH. Dari data persen penangkapan radikal DPPH pada berbagai konsentrasi dapat dihitung nilai ES_{50} . ES_{50} rata-rata kontrol positif asam galat, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca* berturut-turut 0,73 $\mu\text{g/mL}$; 92,83 $\mu\text{g/mL}$ dan 1376,65 $\mu\text{g/mL}$ tersaji dalam diagram pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram harga ES_{50} asam galat, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca*.

Nilai ES_{50} berbanding terbalik dengan kemampuan senyawa menangkap radikal bebas DPPH. Semakin kecil ES_{50} , maka semakin besar kemampuan senyawa untuk menangkap radikal bebas sebanyak 50%. Data ES_{50} kontrol positif asam galat, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca* selanjutnya dianalisis secara statistik dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data yang diperoleh terdistribusi normal tetapi variannya tidak homogen, maka analisis dilakukan dengan menggunakan uji non parametrik Kruskal-Wallis. Dari uji non parametrik Kruskal-Wallis diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan untuk penangkapan radikal bebas antara kontrol positif asam galat, ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca*. Uji selanjutnya adalah uji Mann-Whitney untuk membandingkan hasil perlakuan antar sampel. Dari hasil uji menunjukkan bahwa antara ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca* memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda.

Pada hasil penelitian ini terlihat bahwa aktivitas asam galat sebagai penangkap radikal bebas ($ES_{50} = 0,73 \pm 0,04 \mu\text{g/mL}$) lebih besar daripada ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Ulva lactuca*, sedangkan aktivitas ekstrak etanol *Spirogyra* sp. ($ES_{50} = 92,83 \pm 0,58 \mu\text{g/mL}$) lebih besar dibandingkan ekstrak etanol *Ulva lactuca* ($ES_{50} = 1376,65 \pm 7,80 \mu\text{g/mL}$). Hal ini didukung oleh hasil uji kadar abu dari masing-masing ekstrak. Ekstrak *Ulva lactuca* memiliki kadar abu lebih besar dibandingkan ekstrak *Spirogyra* sp.

Kadar abu mengindikasikan kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal sampai terbantu ekstrak. Semakin besar kadar abu berarti semakin besar kandungan mineral dalam ekstrak. Salah satu kandungan mineral adalah logam. Adanya logam dalam ekstrak dapat berikatan membentuk kompleks dengan komponen zat aktif yang terkandung dalam ekstrak⁽¹²⁾. Hal ini mengakibatkan zat aktif, yang berupa senyawa fenolik misalnya, sudah tidak dapat lagi mendonorkan atom H sehingga aktivitas penangkapan radikal bebasnya semakin kecil.

SIMPULAN

Aktivitas penangkapan radikal bebas ekstrak etanol *Ulva lactuca* lebih lemah dibandingkan dengan ekstrak etanol *Spirogyra* sp. dan ekstrak etanol *Spirogyra* sp. lebih lemah dibandingkan dengan asam galat. Hal ini ditunjukkan dengan harga ES_{50} ekstrak etanol *Spirogyra* sp. sebesar $(92,83 \pm 0,58) \mu\text{g/mL}$, *Ulva lactuca* sebesar $(1376,65 \pm 7,80) \mu\text{g/mL}$ dan asam galat sebesar $(0,73 \pm 0,04) \mu\text{g/mL}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Sadikin M. Pelacakan dampak radikal bebas terhadap makromolekul. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2001.
- Winarsi H. Antioksidan alami dan radikal bebas. Yogyakarta: Kanisius; 2007. 11-23.
- Prakash A. Antioxidant activity. Medallion Laboratories Analytical Progress. 2001. 19(2):1-6.
- Yuana RM. Aktivitas antioksidan, kadar fenolat dan flavonoid ekstrak buah pare belut (*Trichosanthes anguina* L.) [skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2009.
- Dayanti R, Suyatno. Aktifitas anti oksidan ekstrak metanol bagian batang tumbuhan paku *Nephrolepis radicans* (Burm) Kuhn. UNESA Journal of Chemistry. 2012. 1(1):86-92
- Harborne JB. Metode fitokimia, penuntun cara modern menganalisis tumbuhan. Edisi kedua. Terjemahan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Bandung: Penerbit ITB; 1995. 237-40.
- Yamaguchi T, Takamura H, Matoba T, Terao J. HPLC method for evaluation of free radical-scavenging activity of food by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 1998. 62:1201-02.
- Matthaus B. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002. 50:3444-52.
- DepKes RI. Materia Medika Indonesia. Jilid VI. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 1995.
- DepKes RI. Farmakope Herbal Indonesia. Jilid I,

- Jakarta: Departemen Kesehatan RI. 2008.
11. Emilan T, Kurnia A, Utami B, Diyani LN, Maulana A. Konsep herbal Indonesia: Pemastian mutu produk herbal [laporan]. Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia; 2011.
 12. Purwaningsih S. Aktivitas antioksidan dan komposisi kimia keong mata merah (*Cerithidea obtusa*). Ilmu Kelautan. 2012. 17(1):39-48.