

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN *Caulerpa lentillifera* J. Agardh DENGAN METODE PEREDAMAN RADIKAL BEBAS 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil

1| Selpida Handayani, 2| Ahmad Najib, 3| Wisdawati, 4| Anisatul Khoiriyah
Email Korespondensi : selpida.handayani@umi.ac.id

ABSTRACT

Green caviar (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) contains substances which potentially act as antioxidant. This research aim to determine the antioxidant activity of Green caviar extract using free radical scavenging method by 1,1-Diphenyl-2 Picrylhydrazil (Dpph). Green caviar was extracted with sequences extraction using n-hexane, ethyl acetate, and etanol 96% with the yield value for n-hexane, ethyl acetate, and ethanol are 2.256%, 4.176%, 5.548% respectively. Furthermore, the chemical contents of each extract were identified using phytochemical screening and TLC qualitative test with n-hexane : ethyl acetate (8 : 2) as mobile phase and silica gel 60 F₂₅₄ as stationary phase. The results showed that each green caviar extract has antioxidant activity with IC₅₀ value of n- hexane extract 61.057 µg/mL identified as moderate antioxidant (50-100 µg/mL) ethyl acetate extract 41.756 µg/mL included as strong antioxidant (10-50 µg/mL), and ethanol 96 % which is 52.116 µg/mL classified as moderate antioxidant (50-100 µg/mL). Ethyl acetate is the best solvent to be used to extracting the antioxidant compounds of Green caviar

ARTICLE INFO

Keywords:

Green Caviar;
Caulerpa Lentillifera;
Antioxidant

DOI:

[10.24252/kesehatan.v13i1.13848](https://doi.org/10.24252/kesehatan.v13i1.13848)

Pendahuluan

Efek negatif radikal bebas terhadap tubuh dapat dicegah dengan senyawa yang di sebut antioksidan. Antioksidan memiliki kemampuan memberikan elektron, mengikat dan mengakhiri reaksi berantai radikal bebas (1). Antioksidan dibagi menjadi dua kelompok yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik (2). Namun adanya kekhawatiran terhadap efek samping penggunaan antioksidan sintetik menyebabkan banyak penelitian tentang potensi antioksidan yang berasal dari tanaman (3).

Menurut Santoso (4), salah satu sumber antioksidan alami yang berpotensi untuk dikaji adalah rumput laut yang termasuk ke dalam kelompok alga bentik, misalnya (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) (5) yang mengandung senyawa alkaloid, fenolik, triterpenoid dan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan karena dapat mengikat radikal bebas (6). Golongan senyawa antioksidan pada ekstrak rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) bersifat semi polar sehingga pelarut yang baik untuk digunakan adalah pelarut semi polar yaitu etil asetat (7)

Kemampuan untuk mengetahui keberadaan senyawa antioksidan dalam satu bahan dapat dilakukan dengan uji antioksidan (8). Menurut (9) metode yang mudah dalam pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan metode DPPH (*Diphenyl picrylhydrazil*) karena hanya membutuhkan waktu jumlah yang sedikit dan waktu yang singkat. Adapun parameter yang digunakan untuk menginterpretasikan hasil pengujian metode DPPH adalah IC₅₀ (*Inhibitor Concentration*) (10). Nilai IC₅₀ yang diperoleh merupakan nilai yang menyatakan besarnya konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk mereduksi radikal bebas DPPH sebesar 50% (11).

Menurut penelitian kurniawan pada tahun 2012 menyatakan bahwa rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 180,290 ppm, yang termasuk pada kategori intensitas antioksidan sedang. Berdasarkan data tersebut peneliti meneliti rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) yang berpotensi sebagai antioksidan alami dengan membandingkan tiga jenis pelarut yang berbeda tingkat kepolarannya berdasarkan metode peredaman radikal bebas 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) sehingga lebih menambah data ilmiah sehingga penggunaan sebagai bahan baku obat lebih dapat dipertanggungjawabkan.

Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas (pyrex), kromatografi kolom (HP 5890), lampu UV 254 nm dan 366 nm, micropipet 0-100 μ L dan 100-1000 μ L (dragon lab), pipet volume 5 mL (Iwaki), pompa vakum, rotary vacuum evaporator (IKA® RV 10 Basic), Spektrofotometer UV-Vis (Thermo scientific) dan timbangan analitik (Carat series).

Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan adalah air suling, $AlCl_3$, DPPH

(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), etil asetat, etanol, $FeCl_3$ 5%, HCl pekat, kertas saring, kuersetin, kloroform, lempeng KLT, n-heksan, pereaksi bauchardat, pereaksi dragendroff, pereaksi lieberman, pereaksi mayer, serbuk Mg.

Prosedur Penelitian

1. Pengolahan simplisia

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh). Setelah bahan dikumpulkan, kemudian dibersihkan dan dikeringkan dengan pada udara terbuka dengan cara diangin-anginkan tanpa paparan sinar matahari langsung. Kemudian dilakukan sortasi kering, dan diserbukkan dan siap diekstraksi. diperoleh bahan dengan kadar air $\pm 10\%$. Setelah kering sampel dibuat serbuk dengan ukuran 60 mesh.

2. Pembuatan ekstrak

Serbuk rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) dengan berat 200 gram dan ukuran 60 mesh diekstraksi secara maserasi dengan 3 jenis eluen masing-masing sebanyak 3.000 mL yang berbeda tingkat kepolarannya selama 3 x 24 jam. Proses maserasi di ulang 2 kali dengan pelarut yang sama. Ekstrak cair dikumpulkan kemudian dipekatkan dengan Rotary Vacuum Evaporator pada suhu 50°C sehingga diperoleh ekstrak kental n-Heksan, etil asetat dan etanol dan ditimbang sehingga dapat diperoleh rendemen ekstrak. Ekstrak yang diperoleh akan di uji profil fitokimia aktivitas antioksidannya secara kualitatif dan kuantitatif.

3. Analisis kualitatif menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Ekstrak n-Heksan, etil asetat dan etanol dilarutkan dengan menggunakan pelarut yang sesuai dengan ekstrak, kemudian ditotolkan pada lempeng silika gel F254 lalu dielusi dengan menggunakan eluen n-heksan : etil asetat 8:2. Kemudian diamati pada sinar tampak UV 254 nm dan UV 366 nm kemudian lempeng tersebut disemprot dengan menggunakan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) dan dibiarkan mengering hingga terjadi perubahan dengan terbentuknya noda berwarna kuning dengan latar berwarna ungu pada lempeng KLT.

4. Analisis Uji kuantitatif aktivitas antioksidan dengan metode DPPH

a. Pembuatan Larutan 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)

Larutan 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) dibuat dengan cara menimbang DPPH sebanyak 5 mg kemudian dilarutkan dengan menggunakan 100 mL pelarut metanol p.a (50 ppm).

b. Penentuan Panjang Gelombang Maksimal

Penentuan panjang gelombang maksimum terhadap larutan DPPH dilakukan dengan cara mengukur pada panjang gelombang 515 nm, kemudian dari hasil pengukuran ditentukan panjang gelombang maksimumnya.

c. Pengukuran Blanko

Larutan DPPH (1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl) sebanyak 3,5 mL ditambahkan metanol p.a 0,5 mL kemudian diinkubasi selama 30 menit, lalu diukur pada panjang gelombang 515 nm.

d. Pembuatan Larutan sampel

Dibuat larutan stok 1000 ppm dengan cara menimbang ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol masing-masing sebanyak 10 mg dan dilarutkan dengan metanol p.a sambil diaduk dan dihomogenkan lalu dicukupkan volumenya hingga 10 mL. Selanjutnya dilakukan pengenceran masing-masing larutan stok dipipet 0,1 mL, 0,2 mL, 0,3 mL, dan 0,4 mL sesuai dengan konsentrasi yang dibuat yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, dan 80 ppm. Kemudian dicukupkan dengan metanol p.a sampai volume akhir 5 mL.

e. Pembuatan Larutan Pembanding

Dibuat larutan stok 1000 ppm dengan cara menimbang kuersetin sebanyak 10 mg dan dilarutkan dengan metanol p.a sambil diaduk dan dihomogenkan lalu dicukupkan volumenya hingga 10 mL. Selanjutnya dilakukan pengenceran masing-masing larutan stok dipipet 0,01 mL, 0,02 mL, 0,03 mL, dan 0,04 mL sesuai dengan konsentrasi yang dibuat yaitu 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Kemudian dicukupkan dengan metanol p.a sampai volume akhir 5 mL.

g. Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Sampel pengujian dilakukan dengan memipet 0,5 mL larutan sampel dari berbagai konsentrasi. Kemudian masing-masing ditambahkan 3,5 mL DPPH 50 ppm. Larutan campuran kemudian di inkubasi 30 menit, lalu serapannya diukur pada panjang gelombang. Perlakuan yang sama dilakukan kuarsetin sebagai baku pembanding.

h. Perhitungan nilai IC50

Persentase inhibisi radikal DPPH di hitung dengan rumus : $\text{Persen inhibisi} = \frac{[A_o - A_s - A_e]}{A_o} \times 100\%$

Dimana :

A_o : absorbansi blanko,

A_s : absorbansi mengandung sampel dan DPPH,

A_e : absorbansi sampel tanpa DPPH

(Maisuthisakul, Pasuk and Ritthiruangdej 2008, h. 230).

Nilai IC₅₀ merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi sampel uji yang memberikan peredaman sebesar 50% (mampu menghambat atau meredam proses oksidasi sebesar 50%). Nilai IC₅₀ ditentukan dengan cara dibuat kurva linear antara konsentrasi larutan uji (sumbu x) dan % peredaman (sumbu y) dari persamaan $y = a + bx$ dapat dihitung nilai IC₅₀ dengan menggunakan rumus :

$$IC_{50} = (50 - a) / b$$

Keterangan :

y = % inhibisi (50)

a = Intercept (Perpotongan garis di sumbu y)

b = Skyepe (Kemiringan)

x = Konsentrasi

Hasil dan Pembahasan

Table 1 Hasil perhitungan persen rendemen ekstrak rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh).

Jenis Pelarut	Berat Sampel (g)	Jumlah Pelarut (mL)	Berat Ekstrak (g)	Rendemen ekstrak (%) (b/b)
N-heksan	200	3000	4,513	2,256
Etil asetat	200	3000	8,352	4,176
Etanol 96%	200	3000	11,096	5,548

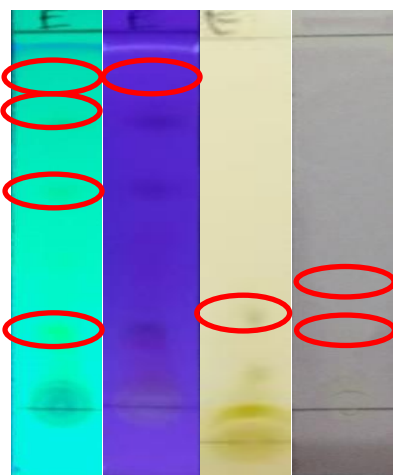
Table 2. Hasil uji skrinning fitokimia menggunakan tabung reaksi pada ekstrak n-heksan, etil asetat, dan etanol rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh).

Uji	Ekstrak Kental Etanol	Pustaka
Flavonoid	+	Positif jika terjadi perubahan warna hitam kemerahan.
Alkaloid		
Bauchardat	+	Positif jika terbentuk endapan coklat (Syarif <i>et al</i> 2015)
Mayer	+	Positif jika terbentuk endapan kuning (Syarif <i>et al</i> 2015)
Dragendorf	+	Positif jika terbentuk endapan jingga (Syarif <i>et al</i> 2015)
Fenol	+	Positif jika terbentuk warna hijau/ Hijau, biru, hitam (Syarif <i>et al</i> 2015)

Keterangan: (+) = Positif mengandung senyawa uji

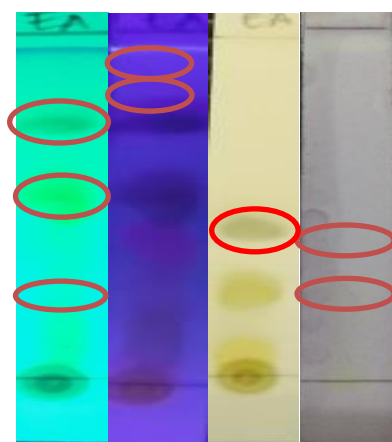
(-) = Negatif mengandung senyawa uji

Gambar 1. Kromatografi lapis tipis ekstrak etanol dengan fase diam silika gel F_{254} , fase gerak n-hexan: etil asetat (8: 2), (a) di bawah sinar UV λ 254, penampak bercak : (b) $AlCl_3$ di bawah sinar UV λ 366, (c) $FeCl_3$ (d) DPPH 0,2%.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 2. Kromatografi lapis tipis ekstrak etil asetat dengan fase diam silika gel F_{254} , fase gerak n-hexan: etil asetat (8: 2), (a) di bawah sinar UV λ 254, penampak bercak : (b) $AlCl_3$ di bawah sinar UV λ 366, (c) $FeCl_3$ (d) DPPH 0,2%.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 3. Kromatografi lapis tipis ekstrak etil asetat dengan fase diam silika gel F_{254} , fase gerak n-hexan: etil asetat (8: 2), (a) di bawah sinar UV λ 254, penampak bercak : (b) $AlCl_3$ di bawah sinar UV λ 366, (c) $FeCl_3$ (d) DPPH 0,2%.

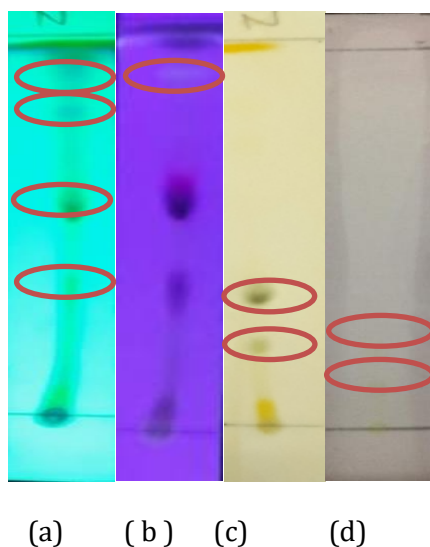


Table 3 Results from measurements of absorbance, percent inhibition and IC50 values of all three extracts and Quercetin

Sample	Koncentratio n ($\mu\text{g/mL}$)	A Blank	A The Sample	A Sample and DPPH	Percent inhibition (%)	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
n-hexane Extract	20	0,775	0,019	0,618	22,709	61,057
	40	0,775	0,022	0,514	36,516	
	60	0,775	0,072	0,452	50,967	
	80	0,775	0,084	0,380	61,806	
	100	0,775	0,082	0,279	74,580	
Ethyl acetate extract	20	0,775	0,042	0,502	40,645	41,756
	40	0,775	0,029	0,425	48,903	
	60	0,775	0,068	0,389	58,580	
	80	0,775	0,068	0,312	66,064	
	100	0,775		0,312	74,580	

			0,049	0,252		
					0,055	
Ethanol	20	0,775	0	0,480	38,064	
extract	40	0,775	0	0,425	45,161	52,112
	60	0,775	0,023	0,380	53,935	
	80	0,775	0,026	0,335	60,129	
	100	0,775	0	0,255	67,096	
	2	0,775	0,005	0,532	32	
Quercetin	4	0,775	0	0,503	33,419	
	6	0,775	0,003	0,485	37,806	14,846
	8	0,775	0	0,463	40,387	
	10	0,775	0	0,440	43,225	

Antioksidan merupakan senyawa pemberi proton yang dapat menangkal atau meredakan dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat (12). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) dimana tahap awal yang dilakukan yaitu dengan determinasi tanaman yang bertujuan untuk memastikan bahwa sampel tanaman yang digunakan adalah benar rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) berdasarkan morfologinya. Adapun hasil determinasi yang diperoleh tanaman yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spesies rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh).

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan ekstrak rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) dengan metode maserasi. Metode maserasi dipilih karena prosesnya mudah dan tidak menggunakan suhu tinggi yang memungkinkan dapat merusak senyawa- senyawa kimia yang memiliki aktivitas antioksidan yang terdapat dalam simplisia, serta jumlah maserat yang diperoleh banyak.

Pada ekstraksi digunakan N-heksan sebagai pelarut pelarut non polar karena dapat menarik senyawa nonpolar pula. Etil asetat merupakan pelarut semi polar yang dapat menarik senyawa semi polar serta sebagian polar dan nonpolar. Serta menggunakan pelarut etanol 96% sebagai pelarut polar dikarenakan lebih aman dalam penanganan dibandingkan pelarut organik lainnya seperti aseton. Etanol terbukti memiliki aktivitas yang tinggi dalam menarik flavonoid dan fenolik, serta memiliki kandungan air yang lebih sedikit yaitu 4% sehingga memudahkan pada proses penguapan dengan rotary vacuum evaporator.

Hasil dari masing-masing ekstrak pelarut kemudian diuapkan menggunakan rotary vacuum evaporator yang menghasilkan ekstrak n-heksan kental yaitu 4,513 g dengan persen rendemen yaitu 2,256%, ekstrak etil asetat kental yaitu 8,352 g dengan persen rendemen yaitu 4,176%, ekstrak etanol kental yaitu 11,096 g dengan persen rendemen yaitu 5,548%. Persen rendemen ditentukan untuk mengetahui kadar metabolit sekunder yang terbawa oleh pelarut namun tidak dapat menentukan jenis senyawa yang terbawa (13).

Pada uji kualitatif adanya korelasi antara penampakan bercak dari lempeng yang di lihat pada sinar UV 254 dengan lempeng yang di semprotkan pereaksi spesifik yaitu flavonoid, fenolik, dan DPPH. Dimana ketika di semprotkan pereaksi spesifik maka akan nampak bercak spesifik dari masing-masing pengujian.

Selanjutnya dilakukan uji aktivitas antioksidan secara kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan metode peredaman radikal bebas DPPH. Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan dikarenakan sederhana, mudah, cepat dan peka serta hanya memerlukan sedikit sampel (14)

Setelah itu lempeng diuji aktivitas antioksidan secara kualitatif dengan disemprot larutan DPPH dan didiamkan selama 30 menit. Noda yang memiliki aktivitas antioksidan akan berubah dari warna ungu menjadi kuning. Dapat dilihat pada tabel 3. kemampuan penangkapan radikal berhubungan dengan kemampuan komponen senyawa dalam menyumbangkan elektron atau hidrogen. Setiap molekul yang dapat menyumbangkan elektron atau hidrogen akan bereaksi dan akan memudahkan warna DPPH, dimana intensitas DPPH akan berubah dari ungu menjadi kuning oleh elektron yang berasal dari senyawa antioksidan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan secara kualitatif, 3 ekstrak rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) memiliki aktivitas sebagai antioksidan.

Tahap awal yang dilakukan pada pengujian aktivitas antioksidan adalah pengukuran panjang gelombang maksimum (λ_{maks}). Panjang gelombang maksimum DPPH yang digunakan adalah 515 nm. dengan volume sampel yang digunakan 0,5 mL dan DPPH sebanyak 3,5 mL, kemudian diinkubasi selama 30 menit. Tujuan dilakukan inkubasi selama 30 menit agar reaksi antara larutan sampel dengan larutan DPPH berlangsung sempurna sebelum dilakukan pengukuran aktivitas antioksidannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Menurut Phongphaichit et al (2007), suatu senyawa dinyatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 10 \mu\text{g/mL}$, kuat jika nilai IC_{50} antara 10-50 $\mu\text{g/mL}$, sedang jika nilai IC_{50} berkisar antara 50-100 $\mu\text{g/mL}$, lemah jika nilai IC_{50} berkisar antara 100-250 $\mu\text{g/mL}$ dan tidak aktif jika IC_{50} diatas 250 $\mu\text{g/mL}$.

Konsentrasi sampel yang digunakan adalah 20, 40, 60, 80, dan 100 $\mu\text{g/mL}$. Konsentrasi ini dipilih agar diketahui konsentrasi berapa sampel dapat menghambat 50% dari radikal DPPH atau biasa disebut nilai IC_{50} , dimana tujuan menghitung nilai IC_{50} yaitu untuk menentukan tingkat aktivitas antioksidan dari suatu sampel. Sedangkan pembanding yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuersetin dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 $\mu\text{g/mL}$, dimana pembanding ini merupakan senyawa aglikon dari molekul rutin tanpa glikosida dan suatu senyawa flavonol terbesar yang didapatkan pada hampir setiap jenis tanaman (15).

Hasil yang diperoleh berdasarkan pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm yaitu nilai IC_{50} kuersetin yang diperoleh sebesar 14,864 $\mu\text{g/mL}$, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan kuersetin merupakan antioksidan yang kuat (10-50 $\mu\text{g/mL}$). Sedangkan untuk ekstrak n-heksan memiliki nilai IC_{50} yaitu 61,057 $\mu\text{g/mL}$, yang berpotensi sebagai antioksidan sedang (50-100 $\mu\text{g/mL}$), ekstrak etil asetat memiliki nilai IC_{50} yaitu 41,756 $\mu\text{g/mL}$ yang berpotensi sebagai antioksidan kuat (10-50 $\mu\text{g/mL}$), dan ekstrak etanol memiliki nilai IC_{50} yaitu 52,116 $\mu\text{g/mL}$ yang berpotensi sebagai antioksidan sedang (50-100 $\mu\text{g/mL}$). Hal tersebut dipengaruhi oleh sifat kepolaran senyawa yang terdistribusi pada pelarut yang Pada penelitian ini ekstrak n-heksan, dan etanol berpotensi sebagai antioksidan sedang, sedangkan ekstrak etil asetat berpotensi sebagai antioksidan kuat. hal ini dikarenakan

adanya senyawa fenolik atau polifenol yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sikimat, kumarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional. Golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan meliputi flavon, flavonol, isoflavon, kateksin, flavonol dan kalkon. Sementara turunan asam sinamat meliputi asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat (6). Oleh karena itu, penggunaan pelarut berdasarkan tingkat kepolarannya pada proses ekstraksi dan berpengaruh pada jenis senyawa yang terekstraksi sehingga akan berbanding lurus terhadap potensinya dalam meredam radikal bebas.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan :

1. Ekstrak rumput laut lawi-lawi (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) memiliki aktivitas antioksidan.
2. Nilai IC₅₀ ekstrak n-heksan yaitu 61,057 µg/mL yang memiliki potensi antioksidan sedang, ekstrak etil asetat yaitu 41,756 µg/mL yang memiliki potensi antioksidan kuat, dan ekstrak etanol yaitu 52,116 µg/mL yang memiliki potensi antioksidan sedang, dibandingkan dengan kuarsetin yang memiliki IC₅₀ 14,846 µg/mL yang memiliki potensi sebagai antioksidan kuat.
3. Ekstrak etil asetat (*Caulerpa lentillifera* J. Agardh) memiliki potensi antioksidan kuat.

Daftar Pustaka

1. Halliwell B. Free radicals and antioxidants: updating a personal view. Nutr Rev [Internet]. 2012 May 1 [cited 2020 Sep 24];70(5):257–65. Available from: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-lookup/doi/10.1111/j.1753-4887.2012.00476.x>
2. Jahanban Isfahlan A, Mahmoodzadeh A, Hassanzadeh A, Heidari R, Jamei R. Antioxidant and antiradical activities of phenolic extracts from Iranian almond (*Prunus amygdalus* L.) hulls and shells. Turk J Biol. 2010 May 31;34(2):165–73.
3. MA S, S C, B W, Deolu-Sobogun SS. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Essential Oils. Ethn Dis. 2010;20(1 Suppl 1):78–82.
4. SANTOSO J, YOSHIE Y, SUZUKI T. The distribution and profile of nutrients and catechins of some Indonesian seaweeds. Fish Sci [Internet]. 2002 [cited 2020 Sep 24];68(sup2):1647–8. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/fishsci1994/68/sup2/68_sup2_1647/_article
5. R. W, A S, Subintoro. Pengembangan senyawa bioaktif dari biota laut. Makalah pada Forum Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Depertemen Kelautan dan Perikanan. 2004;
6. Mahmudah N. Karakteristik Kimiawi Rumput Laut Lokal (*Caulerpa* sp.) dan Potensinya Sebagai Sumber Antioksidan. Politeknik Negeri Lampung; 2014.
7. A K, E.N D, Agustini T.W. Kajian potensi aktivitas antioksidan rumput laut *caulerpa racemosa* dari pantai sundak kabupaten gunungkidul. In: Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Tahunan Ke-1. 2012.
8. Aryudhani N. Kandungan senyawa fenol rumput laut *caulerpa racemosa* dan aktivitas antioksidannya. Institut Pertanian Bogor; 2007.
9. Hanani E, Munim A, Sekarini R. IDENTIFIKASI SENYAWA ANTIOKSIDAN DALAM SPONGIA SP DARI KEPULAUAN SERIBU. Maj Ilmu Kefarmasian [Internet]. 2005 Dec 7 [cited 2020 Sep 24];2(3):127–33. Available from: <http://psr.ui.ac.id/index.php/journal/article/view/3389>
10. Pramesti R, Kelautan JI, Perikanan F, Kelautan I. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Caulerpa serrulata* Dengan Metode DPPH (1,1 difenil 2 pikrilhidrazil). Akt Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Caulerpa serrulata* Dengan Metod DPPH (1,1 difenil 2 pikrilhidrazil) [Internet]. 2013 Apr 18 [cited 2020 Sep 24];2(2):7–15. Available from: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>
11. Tias FN. Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif Dari Keong Pepaya (*Melo* sp.). Institut Pertanian Bogor; 2010.

12. K S, Yenrina R. *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press; 2015. 77 p.
13. Ukieyanna E. *Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolik, dan Flavonoid Total Tumbuhan Suruhan (Peperomia pellucida L. Kunth)*. Bogor; 2012.
14. Handayani V, Ahmad AR, Sudir M. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm) Menggunakan Metode DPPH. *Pharm Sci Res* [Internet]. 2014 Aug 21 [cited 2020 Sep 24];1(2):86–93. Available from: <http://psr.ui.ac.id/index.php/journal/article/view/3321>
15. Pusat E, Bioteknologi -Lipi P. KANDUNGAN KUERSETIN DAN POLA PROTEOMIK VARIETAS JAMBU B ATU (*Psidium guajava* L.) TUMBUH LIAR DIKAWASAN CIBINONG, BOGOR [QUERCETIN CONTENT AND PROTEOMIC PROFILE OF GUXVA(*Psidium guajava* L.) VARIETIES WILD GROWING IN CIBINONG, BOGOR DISTRICT] [Internet]. Vol. 10, *Berita Biologi*. Desember; 2010 [cited 2020 Sep 24]. Available from: https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/756