

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut *Caulerpa serrulata* Dengan Metode DPPH (1,1 difenil 2 pikrilhidrazil)

Rini Pramesti

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNDIP
Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, E-mail : pramestirini90@yahoo.co.id

Abstrak

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi radikal bebas dalam tubuh. Antioksidan sintetis sering digunakan untuk makanan tetapi penggunaannya mulai dibatasi karena beracun. Salah satu alternatif sumber antioksidan alami adalah rumput laut, khususnya *C. serrulata* karena tanaman ini mengandung pigmen yang dapat digunakan sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan komposisi pigmen dari rumput laut *C. serrulata*. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposif. Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif eksploratif. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak rumput laut *C. serrulata* mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang dengan IC_{50} sebesar 136, 89 ppm. Hasil identifikasi komposisi pigmen didapatkan 10 pigmen yaitu karoten, klorofil *a* dan *b*, 3 turunan klorofil, feofitin *a*, dan 3 xantofil.

Kata kunci : Antioksidan, DPPH, *Caulerpa serrulata*, Klorofil, Pigment.

Abstrak

Antioxidant are the compounds capable to inhibit free radical reactions in the human body. Synthetic antioxidants been used as antioxidants for food since, has begun to be restricted because of their toxicity. Therefore, the importance of natural antioxidants has increased greatly. One alternative source of natural antioxidants is seaweed, especially *C. serrulata* because the seaweed *C. serrulata* contains pigment can be used as an antioxidant. The aim of this study were to determine antioxidant activity and pigment composition of *C. serrulata*. Sampling has been done by purposive method. This research use descriptive of developmental methods. Results from the study showed that the extract of seaweed *C. serrulata* have strong antioxidant activity with IC_{50} of 136, 89 ppm. Results of identification of the pigment composition were obtained ten pigments : carotene, chlorophyll *a* and *b*, 3 the derivative of chlorophyll *a*, feofitin *a*, and 3 xantofil.

Keywords: Antioxidants, Seaweed, *Caulerpa serrulata*, Chlorophyll, Pigment

Pendahuluan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi radikal bebas dalam tubuh (Rohman dan Riyanto, 2005). Tubuh tidak mempunyai sistem pertahanan antioksidatif yang berlebihan, jika terjadi paparan radikal berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen.

Senyawa antioksidan sintetis yang biasa digunakan untuk berbagai

produk kosmetik, farmasi maupun makanan misalnya *butylated hydroxytoluen* (BHT), *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *tert-butylhydroxyquinone* (TBHQ). Penggunaan bahan tersebut sekarang ini tidak diperbolehkan karena bersifat karsinogenik. Berbagai studi mengenai BHA dan BHT menunjukkan komponen ini dapat menimbulkan tumor pada hewan percobaan pada penggunaan

jangka panjang (Andarwulan *et al.*, 1996). Pelarangan penggunaan ini menyebabkan perlu pencarian sumber antioksidan alami yang relatif aman. Penelitian yang mengarah pada penemuan senyawa antioksidan merupakan hal menarik untuk dikembangkan terutama sumber antioksidan dari biota laut, seperti *Sargassum polycystum*, *Laurencia obtusa* dan *Eucheuma cottonii* (Anggadiredja *et al.*, 1997; Suryaningrum *et al.*, 2006), begitu juga rumput laut *C. serrulata* yang diduga dapat digunakan sebagai antioksidan.

C. serrulata merupakan salah satu jenis rumput laut dari kelas Chlorophyceae yang biasanya dikonsumsi manusia sebagai sayuran atau lalapan. Tumbuhan ini mempunyai komposisi kimia yang berbeda dengan tumbuhan darat. Hasil penelitian menyatakan *C. serrulata* memiliki protein, karbohidrat, serat, mikromineral (Fe, K, Ca), asam lemak, dan vitamin yang bermanfaat bagi tubuh manusia (Turangan, 2000; Matanjun *et al.*, 2008).

Materi dan Metode

Materi yang digunakan adalah rumput laut *C. serrulata* yang diambil dari perairan Pantai Teluk Awur – Jepra.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampel. Sampel yang diperoleh dibersihkan dari kotoran yang menempel, dikeringkan, dimasukkan dalam plastik gelap dan diletakkan kedalam *cool box*.

8

Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan cara sampel direndam menggunakan metanol. Sampel basah 200 gram dipotong kecil-kecil (± 1 cm) lalu dimasukkan dalam erlenmeyer dan

direndam dengan 100 ml metanol atau sampai terendam. Perendaman dilakukan dua kali, lama perendaman pertama selama 24 jam dan perendaman kedua selama 1 jam. Larutan hasil perendaman disaring dan filtratnya dievaporasi menggunakan rotary evaporator pada suhu 40 °C yang hasilnya dimasukkan kedalam vial.

Uji Peredaman Radikal Bebas

Ekstrak yang dihasilkan dalam proses ekstraksi, kemudian dilakukan uji peredaman radikal bebas untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak *C. serrulata* secara kualitatif. Uji ini menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dengan cara menotolkan ekstrak pada plat KLT kemudian dielusi dengan kloroform. Plat KLT dikeringkan dan disemprot dengan larutan 0,004% *1,1 difenil 2 pikrilhidrazil* (DPPH) dalam metanol. Setelah 30 menit plat KLT diamati, uji positif sebagai antioksidan apabila terjadi perubahan warna pada plat KLT dari warna ungu berubah putih kekuningan dengan latar ungu disekitar spot (modifikasi dari Mudjirahmini dan Ersam, 2006).

Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan dilakukan setelah uji peredaman radikal bebas didapatkan hasil positif. Uji ini dengan metode DPPH digunakan untuk mengetahui potensi ekstrak *C. serrulata* sebagai antioksidan. Ekstrak dilarutkan dalam metanol dan ekstrak yang digunakan pada konsentrasi 75, 125 dan 175 ppm, karena menurut Mardawati *et al.* (2008), secara spesifik suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan kuat jika nilai IC_{50} bernilai 51-100, sedang jika IC_{50} bernilai 101-150, dan lemah jika IC_{50} adalah 151-200, sehingga

konsentrasi yang digunakan dalam penelitian diharapkan dapat mewakili setiap spesifikasi antioksidan.

Aktivitas antioksidan didapatkan dengan cara masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 1,2 ml larutan sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 0,3 ml larutan DPPH 0,5 mM dalam metanol sehingga volume total 1,5 ml. Campuran dihomogenkan dan didiamkan pada temperatur kamar selama 30 menit, sisa DPPH ditentukan secara

spektrofotometri pada panjang gelombang 517 nm (modifikasi dari Sunarni *et al.*, 2007).

Aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan absorbansi radikal bebas DPPH melalui perhitungan tingkat *inhibisi* serapan DPPH dengan menggunakan rumus tingkat *inhibisi* dan Nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi linier (perhitungan tingkat *inhibisi* dan IC₅₀ Lampiran 3 dan 4) (Andayani *et al.*, 2008).

$$\text{Tingkat } \textit{inhibisi}(\%) = \frac{(\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel})}{\text{Abs blanko}} \times 100\%$$

Keterangan:

Abs blanko : absorbansi radikal DPPH

Abs sampel : absorbansi sampel dalam radikal DPPH

dihitung nilai Rf-nya (Wang *et al.*, 1995).

Komposisi Pigmen

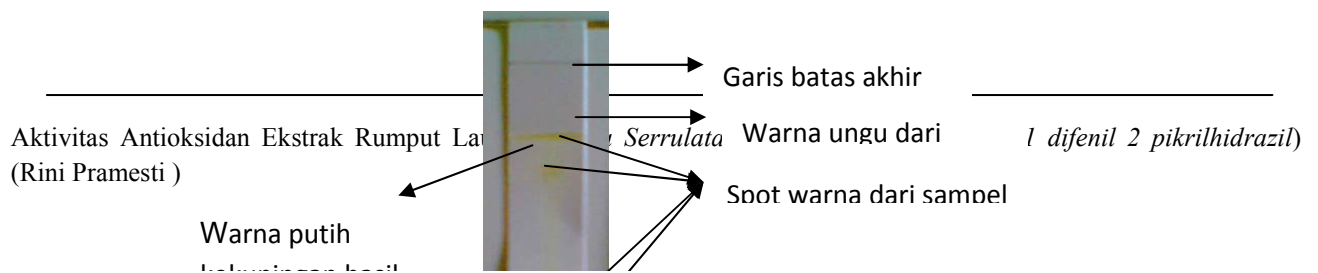
Komposisi pigmen *C. serrulata* menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT). Komposisi pigmen dianalisa berdasarkan warna dan Rf dari spot yang terbentuk. Metode KLT dipilih karena lebih mudah, cepat, sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang besar (Johnson, 2007).

Ekstrak *C.serrulata* dianalisis kandungan pigmennya dengan kromatografi lapis tipis (KLT) yang dilakukan dengan fase diam silika gel dan fase gerak campuran heksan: dietil eter: aseton dengan perbandingan 6: 3: 2. Plat KLT dipotong dengan ukuran 7x1 cm. Garis awal spot dibuat 1,5 cm dari bawah dan batas akhir spot 1 cm dari atas. Ekstrak ditotolkan pada plat KLT kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi eluen heksan: dietil eter: aseton yang telah dicampur. Spot yang terbentuk diamati kemudian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi rumput laut *C. serrulata* dengan pelarut metanol menghasilkan ekstrak seberat 2,68 ± 0.05 g dari berat sampel 200 g. Hasil ekstraksi berbentuk pasta dan berwarna hijau kekuningan. Ekstrak rumput laut yang diperoleh selanjutnya diuji peredaman radikal bebas. Hasil uji peredaman radikal bebas berupa hilangnya warna ungu disekitar spot atau berubahnya warna ungu menjadi kekuning-kuningan disekitar spot pada plat KLT setelah di semprot menggunakan 0,004% DPPH dan didiamkan selama 30 menit. Hasil uji peredaman radikal bebas ditampilkan pada gambar 1

9



Gambar 1. Hasil uji peredaman radikal bebas ekstrak *C. serrulata*

Hasil uji aktivitas antioksidan dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula tingkat

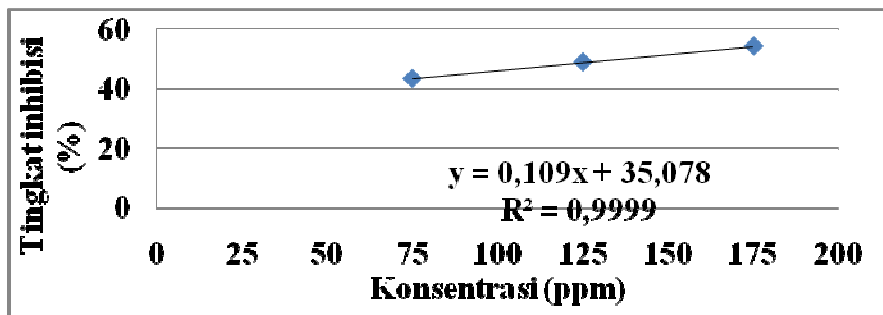
inhibisi. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak kasar rumput laut *C. serrulata* selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil uji aktifitas antioksidan ekstrak *C. serrulata*

Konsentrasi ekstrak (ppm)	Absorbansi sampel	Serapan blanko	Tingkat <i>inhibisi</i> (%)	IC ₅₀ (ppm)
75	0,18 ± 0,01		43,27	
125	0,17 ± 0,01	0,32	48,86	136,89
175	0,15 ± 0,01		54,24	

Nilai konsentrasi dan tingkat *inhibisi* selanjutnya digunakan untuk membuat kurva aktivitas antioksidan

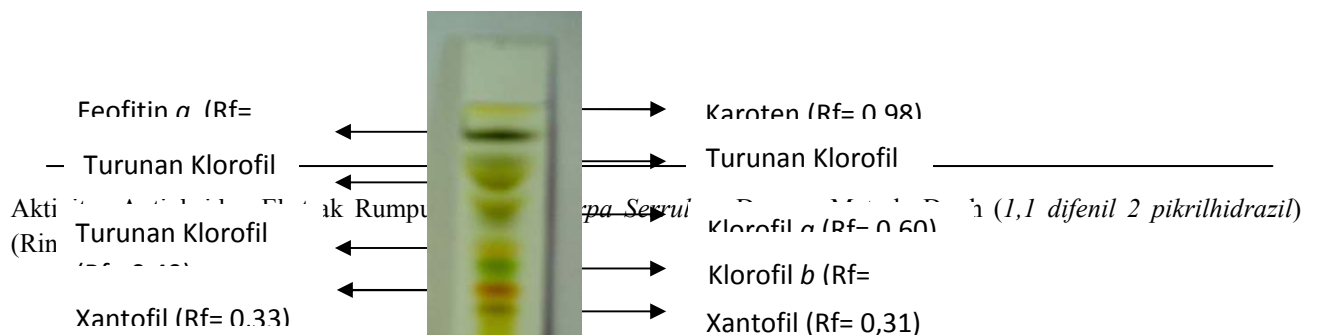
yang nilainya didapat dari persamaan regresi $y=0,109x + 35,078$.



Gambar 2. Kurva aktivitas antioksidan ekstrak metanol *C. serrulata*

Hasil komposisi pigmen menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Hasil KLT berupa pola

pemisahan pigmen yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola pemisahan pigmen ekstrak *C. serrulata* dengan KLT

Pola pemisahan yang terbentuk kemudian dianalisis komposisi pigmennya. Analisis komposisi pigmennya berdasarkan warna dan nilai faktor retardasi (Rf). Hasil identifikasi selengkapnya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil identifikasi pigmen *C. serrulata*

No. Spot	Warna Spot	Faktor retardasi (Rf)		Pigmen	Sumber literatur
		Nilai Rf hasil penelitian	Nilai Rf literatur		
1	Kuning	0,98	0,91-98	Karoten	Indelicato dan Watson (1986), Heriyanto dan Limantara (2006), Johnson (2007)
2	Abu-abu	0,87	0,74-0,89	Feofitin <i>a</i>	Heriyanto dan Limantara (2006), Nugrohadi <i>et al.</i> (2008)
3	Abu-abu kuning	0,78	0,62-0,74	Turunan Klorofil	Indelicato dan Watson (1986), Heriyanto dan Limantara (2006)
4	Abu-abu kuning	0,71	0,62-0,74	Turunan Klorofil	Indelicato dan Watson (1986), Heriyanto dan Limantara (2006)
5	Hijau biru	0,60	0,57-0,64	Klorofil <i>a</i>	Indelicato dan Watson (1986), Heriyanto dan Limantara (2006), Johnson (2007)
6	Cokelat muda	0,49	0,35-0,45	Turunan Klorofil	Daood <i>et al.</i> , 1989
7	Hijau	0,44	0,42-0,56	Klorofil <i>b</i>	Heriyanto dan Limantara (2006), Johnson (2007)
8	Orange	0,33	0,17-0,34	Xantofil	Heriyanto dan Limantara (2006), Johnson (2007)
9	Cokelat kuning	0,31	0,17-0,34	Xantofil	Heriyanto dan Limantara (2006), Johnson (2007)
10	Cokelat tua	0,18	0,17-0,34	Xantofil	Heriyanto dan Limantara (2006), Johnson (2007)

Sampel rumput laut diekstraksi menggunakan metode maserasi. Pelarut yang digunakan adalah metanol dengan pertimbangan metanol merupakan pelarut yang dapat melarutkan hampir semua senyawa organik yang ada pada sampel, baik senyawa polar maupun non polar. Selain itu metanol juga mudah menguap sehingga mudah dibebaskan dari ekstrak (Andayani *et al.*, 2008).

Hasil ekstraksi didapatkan ekstrak sebesar $2,68 \pm 0,05$ g berwarna hijau kekuningan dan berbentuk pasta. Warna hijau kekuningan ini diduga berasal dari kandungan pigmen klorofil dan karotenoid. Ekstrak *C. serrulata* berbentuk pasta diduga pektin pada dinding sel yang ada di dalam talus ikut larut dalam metanol. Pektin akan

membentuk gel atau lendir jika terkena air sehingga hasil evaporasi tidak dapat kering.

Hasil uji peredaman radikal bebas memperlihatkan bahwa senyawa yang terkandung dalam *C. serrulata* diduga aktif sebagai antioksidan, hal ini dapat terlihat adanya perubahan warna pada plat KLT yang semula berwarna ungu berubah menjadi putih kekuningan dengan latar ungu disekitar spot, perubahan warna ini sesuai dengan hasil penelitian Mudjirahmini dan Ersam (2006).

Perubahan warna pada plat KLT diduga karena senyawa antioksidan yang terkandung dalam ekstrak rumput laut *C. serrulata* mampu meredam radikal bebas DPPH. Wulandari (2009) menambahkan bahwa senyawa DPPH adalah

radikal bebas yang stabil berwarna ungu dan ketika bereaksi dengan antioksidan akan berwarna kuning (*difenil pikrilhidrazin*).

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH karena sederhana, mudah, cepat, serta hanya memerlukan sedikit sampel. Metode DPPH dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer. Absorbansi ekstrak dan DPPH diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Senyawa DPPH dilarutkan dalam metanol sebelum ditambahkan ekstrak *C. serrulata*, hal ini dilakukan DPPH menghasilkan radikal bebas aktif bila dilarutkan dalam alkohol. Menurut Praptiwi *et al.* (2006) radikal bebas DPPH stabil dengan absorpsi maksimum pada panjang gelombang 517 nm dan dapat direduksi oleh senyawa antioksidan.

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak maka absorbansi sampel akan menurun dan nilai tingkat *inhibisi* akan naik. Absorbansi sampel turun karena elektron pada DPPH menjadi berpasangan dengan elektron sampel yang mengakibatkan warna larutan berubah dari ungu pekat menjadi kuning bening dan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm akan hilang, hal ini sesuai dengan pernyataan Green (2004). Nilai tingkat *inhibisi* meningkat seiring meningkatnya konsentrasi sampel dikarenakan semakin banyak senyawa antioksidan pada sampel yang menghambat radikal bebas DPPH.

Uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak rumput laut *C. serrulata* memiliki IC_{50} sebesar 136,89 ppm. Hal ini berarti bahwa pada konsentrasi 136,89 ppm sampel dapat menghambat 50% radikal bebas DPPH. Menurut Mardawati *et al.* (2008) ekstrak tersebut mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang, karena mempunyai IC_{50} 101 - 150 ppm. Nilai IC_{50} ini lebih rendah dibandingkan dengan BHT yang mempunyai IC_{50} sebesar 3,81 (Hanani *et al.*, 2005). Hal ini diduga ekstrak *C. serrulata* bukan merupakan senyawa murni, tetapi masih mengandung senyawa-senyawa lain yang kemungkinan tidak mempunyai aktivitas antioksidan.

Hasil analisis komposisi pigmen menggunakan metode KLT menunjukkan bahwa

dalam ekstrak *C. serrulata* mengandung 10 pigmen. Ada enam spot yang diidentifikasi sebagai kelompok pigmen klorofil (spot 2, 3, 4, 5, 6, dan 7), dan empat spot diidentifikasi sebagai kelompok pigmen karotenoid (spot 1, 8, 9, 10). Jumlah pigmen klorofil lebih banyak ditemukan karena sampel yang digunakan merupakan rumput laut dari divisi Chlorophyta yang mempunyai komposisi pigmen utama dari golongan pigmen klorofil.

Spot 2 diidentifikasi sebagai feofitin *a* (abu-abu) dengan Rf 0.87 cenderung sama dengan hasil penelitian dari Heriyanto & Limantara (2006) dan Nugrohadi *et al.* (2008). Spot 5 dan 7 diidentifikasi sebagai klorofil *a* (hijau biru) dan klorofil *b* (hijau) dengan Rf 0.60 dan 0.44 memiliki kesamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Heriyanto & Limantara (2006) dan Johnson (2007). Turunan klorofil (abu-abu kuning) dengan Rf 0.78 dan 0.71 memiliki kecenderungan yang sama dengan nilai Rf turunan klorofil 0.62-0.74 (Indelicato dan Watson, 1986). Spot 6 diidentifikasi sebagai turunan klorofil (cokelat muda) dengan Rf 0.49 cenderung sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Daood *et al.*, 1989 dalam Kusumastuti (2008) dengan kisaran Rf 0.35-0.45.

Hasil penelitian menunjukkan Rf karoten (kuning) 0.98 dan xantofil (orange) 0.33, (cokelat kuning) 0.31 dan (cokelat tua) 0.18 memiliki kecenderungan yang sama dengan nilai Rf karoten 0.98 dan xantofil 0.15-0.28 (Johnson, 2007). Heriyanto & Limantara (2006) juga memberikan hasil yang sama, dimana nilai Rf karoten 0,87-0,93 sedangkan xantofil 0.17-0.34. Meskipun fase gerak yang digunakan memiliki komposisi yang berbeda, namun dominansi sifat non polar pada fase gerak yang digunakan pada literatur dengan yang digunakan pada penelitian sama-sama kuat. Fase gerak yang digunakan dalam penelitian adalah heksan: dietil eter: aseton (6: 3: 2), Indelicato dan Watson (1986) menggunakan heksan: aseton (6: 4), Johnson (2007) menggunakan petroleum eter: aseton: kloroform (3: 1: 1), Heriyanto dan Limantara (2006) menggunakan toluena yang telah

dimasukkan aseton 5%, metanol 4% dan isopropil alkoholoid 1%

Kandungan pigmen pada *C. serrulata* yang diduga sebagai sumber antioksidan adalah klorofil dan karotenoid. Menurut Suryaning 14 *et al.* (2006), senyawa karotenoid dan klorofil termasuk golongan senyawa antioksidan potensial. β -karoten mampu menangkap oksigen singlet diduga melalui ikatan rangkap pada rantai karbonnya. β -karoten juga dapat bereaksi dengan radikal peroksil membentuk radikal karotenoid peroksil, kemudian berubah menjadi karotenoid peroksida (Winarsi, 2007). Karotenoid selain bertindak mengkuensing oksigen singlet, karotenoid juga antioksidan yang bertipe pematah reaksi berantai dengan cara mengurangi konsentrasi radikal peroksil melalui pengikatan radikal peroksil pada sistem karotenoid terkonjugasi (Burton, 1989).

Aktivitas antioksidan klorofil muncul karena klorofil mampu menangkap singlet oksigen. Klorofil dalam jumlah yang cukup besar juga memberikan kontribusi aktivitas antioksidan yang sangat besar pada aktivitas antioksidan total (Buratti, 2001 dalam Nugrohadi, 2008). Mekanisme antioksidan klorofil tersebut didukung oleh struktur utamanya yang berbentuk tetrapireol dan *poliena* terkonjugasi. Struktur ini menyebabkan energi dapat distabilkan dengan baik (Nugrohadi, 2008).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol rumput laut *C. serrulata* mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang dengan IC_{50} sebesar 136, 89 ppm. Adapun komposisi pigmennya yaitu karoten, klorofil *a* dan *b*, 3 turunan klorofil, feofitin *a*, dan 3 xantofil.

Daftar Pustaka

- Andarwulan, N., H. Wijaya, dan D.T. Cahyono. 1996. Aktivitas Antioksidan dari Daun Sirih (*Piper betle* L). Jurnal Teknologi dan Industri Pangan., VII (I): 29-30.
- Andayani, R., Y. Lisawati, Maimunah. 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen pada Buah Tomat

(*Solanum lycopersicum* L). Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi., 13 (1).

- Anggadireja, J., R. Andyani., Hyati dan Muawanah. 1997. Antioxidant activity of *Sargassum polycystum* (Phaeophyta) and *Laurencia obtusa* (Rhodophyta) from Seribu Islands. *Journal of Applied*
- Burton, G. W.1989. Antioxidant Action of Carotenoids. *The Journal of Nutrition.*, 109-111.
- Daood, H. G., B. Czinkotal., A. Hoschke dan P. Bracs. 1989. High Performance Liquid Chromatography of Chlorophylls and Carotenoids from Vegetables. *dalam* Kusumastuti, K. 2008. Pengaruh Pengerangan Terhadap Komposisi dan Kandungan Pigmen Algae Hijau *Caulerpa* sp. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Green, R. J. 2004. Antioxidant Activity of Peanut Plant Tissues. [Thesis]. Faculty of North Carolina State University. 82 pp.
- Hanani, E., A. Mun'im., R. Sekarini. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons *Callyspongia* sp. dari Kepulauan Seribu. *Jurnal Majalah Ilmu Kefarmasian.*, II (3): 127-133.
- Heriyanto dan L. Limantara. 2006. Komposisi dan Kandungan Pigmen Utama Tumbuhan Taliputri *Cuscuta australis* R.Br. dan *Cassytha filiformis* L. *Makara, Sains.*, 10 (2): 69-75.
- Indelicato, S. R., dan D. A. Watson. 1986. Identification of the Photosynthetic Pigments of the Tropical Benthic Dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus*. *Marine Fisheries Review.*, 48 (4): 44-47.
- Johnson, R. 2007. Identification of Leaf Pigments. *Colby J. Res. Meth.*, 9: 8-10.
- Limantara, L. dan P. Rahayu. 2008. Sains dan Teknologi Pigmen Alami. *dalam: Prosiding Sains dan Teknologi Pigmen Alami. Salatiga.*, 1-31 hlm.

- Mardawati, E; F. Filianty dan H. Marta. 2008. Kajian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L) Dalam Rangka Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis Di Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya. Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Matanjun, P., S. Mohamed, N. M. Mustapha and K. Muhammad. 2009. Nutrient Content of Tropical Edible Seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. Journal of Applied Phycology., 21: 75-80.
- Mudjirahmini, D., dan T. Ersam. 2006. 4-Fenilkumarin pada Fraksi Polar Ekstrak Etil Asetat dari Batang *Garcinia Balica* Miq. Seminar Nasional Kimia VIII Surabaya, 8 Agustus 2006.,1-9.
- Nugrohadi, S., dan L. Limantara. Likopen: Antioksidan Alifatik Yang Efektif. dalam: Prosiding Sains dan Teknologi Pigmen Alami. Salatiga., 191-200 hlm.
- Praptiwi., P. Dewi, dan M. Harapini. 2006. Nilai Peroksida dan Aktivitas Anti Radikal Bebas *diphenyl picril hydrazil hydrate* (DPPH) Ekstrak Metanol *Knema laurina*. Jurnal Majalah Farmasi Indonesia., 17 (1): 32-36.
- Sunarni, T.,S. Pramono.,dan R. Asmah. 2007. Flavanoid Antioksidan Penangkap Radikal dari Daun Kepel (*Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook f. & Th.). Jurnal Majalah Farmasi Indonesia., 18 (3): 111-116.
- Suryaningrum, D., T. Wikanta dan H. Kristiana. 2006. Uji Aktivitas Antioksidan dari Rumput Laut *Halymenia harveyana* dan *Eucheuma cottonii*. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan 1(1): 51-63.
- Turangan, F.A.C. 2000. Pertumbuhan, Variasai Intraspesifik, Biomassa Total dan Kandungan Nutrisi Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (forsskal) J. Agardh Di Perairan Tongkaine, Kota Manado Sulawesi Utara. Jurnal Jurusan MSp Fak. Perikanan – UNSRAT. (abstrak).
- Wang, B. J., Z. R. Yu dan L. S. Hwang. 1995. Quantitative Analysis of Chlorophylls and Derivates by Thin Layer Chromatography. dalam Kusumastuti, K. 2008. Pengaruh Pengerangan Terhadap Komposisi dan Kandungan Pigmen Algae Hijau *Caulerpa* sp. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Winarsi, H. 2007. Antioksidan Alami & Radikal Bebas : Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan. Kanisius. Yogyakarta. 281 hlm.
- Wulandari, R. R. 2009. Uji Aktivitas Penangkap Radikal DPPH Analog kurkumin Siklik dan N-Heterosiklik Monoketon. [Skripsi]. Fakultas Farmasi. Universitas Muhamadiyah Surakarta. Surakarta.