

KANDUNGAN ANTIOKSIDAN ALGA MERAH *Eucheuma cottonii* DENGAN METODE PENGERINGAN YANG BERBEDA

Resky Amelia²⁾, Wendy Alexander Tanod^{1,3)}

¹ Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu

² Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu
Email : wendytanod@stplpalu.ac.id

³ Mahasiswa Program Doktor Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang
Email : wendytanod@stplpalu.ac.id

Abstract

The antioxidant compound is one compound that is much sought after by researchers. Antioxidant compounds could counteract free radicals easily react with molecules such as proteins, fats, carbohydrates, and DNA. Red algae *Eucheuma cottonii* containing bioactive potential as natural antioxidants. Drying algae by farmers generally utilize solar energy. Drying in this way can damage the content of antioxidant compounds. This study aims to assess the proper drying method in order to minimize damage to the *E. cottonii* antioxidant compounds. This research was using four different drying methods of treatment and 3 replicates, in the determination of IC_{50} values. The yield showed dried by the sun of 70.9%, dried at room temperature with the aid of a fan at 83.3%, is dried using an oven with a temperature of 70-80°C for 87.8% and dried using an oven with a temperature of 50- 60°C by 73%. IC_{50} values in the dried by the sun at 693.90 ppm, dried at room temperature with the aid of a fan at 593.19 ppm, dried using an oven with a temperature of 70-80°C at 232.87 ppm and dried in an oven at a temperature of 50-60°C 419.76 ppm. Levels of antioxidants found in *E. cottonii* either dried using an oven or dried by the sun and the temperature of the room, including the antioxidant weak.

Keywords : Antioxidant, drying, *Eucheuma cottonii*, Red algae, Central Sulawesi

1. PENDAHULUAN

Senyawa antioksidan merupakan salah satu senyawa yang banyak dicari oleh para peneliti. Senyawa antioksidan dapat menangkal radikal bebas, yang disebabkan oleh pencemaran. Radikal bebas dapat masuk melalui pernapasan maupun makanan ke dalam tubuh manusia. Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang kehilangan pasangan elektron dipermukaan kulit luarnya (Kumalaningsih, 2006). Radikal bebas mudah bereaksi dengan molekul-molekul seperti protein, lemak, karbohidrat, dan DNA. Radikal bebas dapat menimbulkan berbagai macam penyakit yang dapat dicegah dengan senyawa antioksidan alami.

Kemampuan alga untuk memproduksi metabolit sekunder yang bersifat sebagai senyawa biotif dimungkinkan terjadi, karena kondisi lingkungan hidup alga yang ekstrim seperti salinitas yang tinggi atau

akan digunakan untuk mempertahankan diri dari ancaman predator. Alga merah dari genus *Eucheuma* mempunyai kandungan pigmen yang dapat menghasilkan metabolit sekunder, yaitu senyawa antioksidan seperti pigmen β -karoten. Pigmen β -karoten dapat dikonversi menjadi vitamin A yang merupakan senyawa antioksidan alami.

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi lipid. Dalam arti khusus, antioksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Senyawa antioksidan memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal (Winarsih, 2007). Fungsi antioksidan adalah menetralsir radikal bebas, sehingga tubuh terlindungi dari berbagai macam penyakit

degeneratif serta kanker. Antioksidan merupakan komponen yang dapat melindungi sel dari kerusakan yang diakibatkan oleh reaktif oksigen spesies seperti oksigen singlet, superoksida, radikal hidroksil, radikal peroksil, dan peroksi nitrit. Radikal bebas sebetulnya sangat diperlukan bagi kelangsungan beberapa proses fisiologis dalam tubuh, terutama untuk transportasi elektron. Namun radikal bebas yang berlebihan dapat membahayakan tubuh karena dapat merusak makromolekul dalam sel seperti protein dan DNA (deoxyribo nucleic acid)(Oberley *et al.*, 2000).

Senyawa antioksidan alami baru harus terus dicari atau setidaknya diperbaharui agar mampu meredam radikal bebas yang menggerogoti tubuh manusia. Untuk memenuhi hal tersebut pencarian senyawa antioksidan alami diarahkan kepada sumber daya alam laut terutama alga yang memang sangat melimpah di Indonesia. Alga merupakan salah satu hasil perikanan yang memiliki kandungan bioaktif antioksidan. Handoko (2008) menyatakan bahwa ekstrak kasar *E. spinosum* segar memiliki aktivitas antioksidan tertinggi. Alga merah memiliki aktivitas antioksidan disebabkan karena memiliki pigmen klorofil *a*, klorofil *d*, zeaxantin, likopen kriptoxantin, α -karoten, β -karoten, lutein, dan pikobilin. Pigmen karotenoid yang terdapat pada alga merah ini merupakan bahan dasar dalam pembentukan senyawa antioksidan alami.

Alga laut mengandung substansi senyawa yang berguna bagi kesehatan manusia seperti karotenoids (Chanda *et al*, 2010). Cian *et al*, 2014 menyatakan alga laut merupakan sumber yang sempurna substansi karotenoid, fikobilin, asam lemak, polisakarida, vitamin, sterol, tokoferol, fikosianin dan lainnya. Alga merah merupakan sumber kandungan bioaktif karotenoid (Fleurence, 1999; Bhaskar dan Miyashita, 2005). Alga merah juga merupakan sumber bahan baku antioksidan (Lim *et al*, 2002; Kuda *et al*, 2005; Duan *et al*, 2006). Penelitian Chew *et al* (2008) menyatakan dalam 2 mg alga *Kappaphycus alvarezzi* yang biasa disebut *Eucheuma cottonii* menunjukkan aktivitas antioksidan 40-50%. Jimenez *et al*, 2001; Ogawa, 2003; Heo *et al*, 2005 dan Ganesan *et al*, 2008

menyatakan bahwa alga merah dan alga coklat diketahui memiliki senyawa antioksidan.

Alga dari genus *Eucheuma*, yaitu *E. cottonii* banyak dibudidayakan di perairan Sulawesi Tengah. Pengerinan alga yang dilakukan oleh petani di Sulawesi Tengah, memanfaatkan tenaga matahari. Pengerinan dengan cara tersebut dikhawatirkan dapat merusak kandungan senyawa bioaktif terutama senyawa antioksidan. Cox, Gupta, dan Abu-Ghannam (2012) menyatakan perlakuan pengerinan dapat membuat perubahan struktur dan komposisi jaringan dari produk alga. Gupta *et al* (2011) dalam penelitiannya menyatakan bahwa alga *Himanthalia elongata* yang dikeringkan pada suhu 25°C menghasilkan 49% dan 51% total fenol dan total flavonoid tereduksi, jika dibandingkan dengan alga segar. Sajilata dan Singhal (2006) menyatakan pada umumnya kandungan bioaktif pada alga mengandung substansi yang peka terhadap cahaya. Hasil penelitian Reis *et al* (2011) menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang tinggi dapat menghambat fotosintesis dan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dari *Kappaphycus alvarezzi*. Pada umumnya alga yang dikonsumsi oleh masyarakat merupakan alga yang telah dikeringkan, oleh karena itu kajian dan studi tentang kandungan bioaktif antioksidan dari alga yang telah dikeringkan menjadi penting untuk dilakukan mengingat manfaatnya yang besar bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metode pengerinan yang tepat agar dapat meminimalkan kerusakan senyawa antioksidan pada *E. Cottonii*.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian meliputi sampel alga merah *E. cottonii* yang diambil dari pantai Ungkea Kabupaten Morowali, ethanol absolut merck 95%, DPPH (*diphenylpicrylhydrazyl*) dan vitamin C. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender philipps HR 2115, timbangan digital, oven finco OV-50, timbangan analitik ohaus ketelitian 0,001g PA413C, erlenmeyer pyrex 100 ml, *shaker* vibramax 100, kertas saring Whatman No. 42, corong

bugner, gelas ukur pyrex 100 ml, Rotary Vacuum Evaporator eyela N-1100 S-W, termometer, tabung vial, dan spektrofotometer UV-Vis Mecasys optizen alpha.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Empat metode pengeringan sebagai perlakuan, yaitu :

- A : Dikeringkan di bawah sinar matahari
- B : Dikeringkan pada suhu ruangan dengan bantuan kipas angin
- C : Dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70-80 °C
- D : Dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50-60 °C

Penyiapan Sampel Alga

Alga segar *E. cottonii* dibeli dari pembudidaya pantai Ungkea Kabupaten Morowali.

Alga *E. cottonii* yang digunakan pada penelitian ini, merupakan alga yang dipanen berumur 45 hari. Alga *E. cottonii* dibersihkan dari kotoran. Setelah bersih, *E. cottonii* dikeringkan sesuai perlakuan. Alga *E. cottonii* yang digunakan berwarna coklat (Gambar 1).

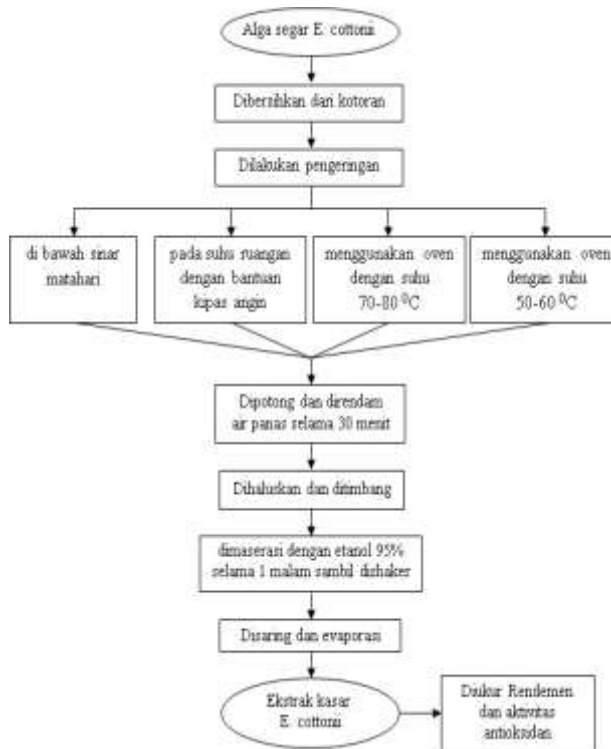


Gambar 1. *Eucheuma cottonii* yang digunakan dalam penelitian

Ekstraksi (Kumar et al, 2007)

Alga merah *E. cottonii* yang telah dikeringkan sesuai perlakuan, kemudian dipotong dan direndam dalam air panas dengan suhu 60-70 °C selama 30 menit. Setelah itu, dihaluskan dengan blender. Alga yang telah dihaluskan, kemudian ditimbang sebanyak 10 g lalu dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol 95% (v/v) sebanyak 100 mL dan didiamkan selama semalaman sambil diaduk dengan shaker.

Selanjutnya disaring dan filtrat yang diperoleh dievaporasi menggunakan rotary vacuum evaporator, sehingga diperoleh ekstrak kasar alga *E. cottonii*. Bagan alir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Pengujian Aktivitas Antioksidan (Blois, 1958 dan Molyneux, 2003)

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Penelitian ini digunakan vitamin C sebagai kontrol dengan konsentrasi 2, 3, 4, 5, 6 ppm. Ekstrak kasar alga *E. cottonii* dari masing-masing perlakuan diencerkan hingga didapatkan konsentrasi 10 mg/mL. Tahap selanjutnya dilakukan pengenceran sehingga diperoleh sampel konsentrasi 10, 30, 50, 70, 90 ppm. Ekstrak kasar alga yang telah diencerkan diambil sebanyak 0,2 mL dan dimasukkan ke dalam tabung vial, kemudian ditambahkan 50 µL larutan DPPH 0,8 mg/mL. Campuran dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap. Serapan optik diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase inhibisi serapan DPPH. Nilai IC₅₀

masing-masing konsentrasi sampel dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi linear.

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(\text{absorbansi standar} - \text{absorbansi sampel}) \times 100\%}{\text{absorbansi standar}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Metode pengeringan yang paling efisien, yaitu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50-60 °C karena menghasilkan rendemen yang mendekati rendemen pengeringan dibawah sinar matahari sebagai kontrol (Tabel 1). Tingginya rendemen pada perlakuan dikeringkan disuhu ruangan dengan bantuan kipas angin dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70-80 °C, mungkin disebabkan oleh kadar air yang masih tinggi. Produk rumput laut dengan kadar air yang tinggi, dapat mempercepat kerusakan yang disebabkan oleh sifat *E.cottonii* yang higroskopis sehingga dapat menyerap air yang lebih banyak lagi sewaktu penyimpanan (Samsuari, 2006). Nuryani

(1991) juga menyatakan bahwa kadar air yang tinggi pada *E.cottonii* akan menyebabkan *E.cottonii* lebih mudah rusak dari pada *E.cottonii* yang berkadar air rendah.

Pengeringan adalah proses pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas. Hasil dari proses pengeringan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfir) normal atau setara dengan nilai aktivitas air (A_w) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi. Pengeringan dalam oven memungkinkan panas yang tersedia terfokus pada bahan yang akan dikeringkan sehingga kadar air pada bahan lebih cepat terlepas. Panas harus disediakan untuk menguapkan air dan harus mendifusi melalui berbagai macam tahanan agar supaya dapat lepas dari bahan dan berbentuk uap air yang bebas. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan.

Tabel 1. Rendemen Hasil Pengeringan Alga Merah *E. Cottonii*

Metode Pengeringan	Rendemen (%)	Lama Pengeringan (jam)
A. Dikeringkan di bawah sinar matahari	70,9	72
B. Dikeringkan pada suhu ruangan dengan bantuan kipas angin.	83,3	624
C. Dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70-80 °C	87,8	12
D. Dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50-60 °C	73	24

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan yang paling baik secara umum pada pengeringan menggunakan oven suhu 50-60°C dan terendah pada pengeringan menggunakan suhu ruang (Tabel 2). Rendahnya kadar aktivitas antioksidan yang dikeringkan dengan suhu ruang diduga disebabkan karena waktu pengeringan yang terlalu lama, sehingga lebih lama terkena cahaya. Senyawa bioaktif pada alga peka terhadap

cahaya (Sajilata dan Singhal, 2006). Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Reis *et al* (2011), intensitas cahaya yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesis dan meningkatkan tekanan oksidatif pada *K. Alvarezzi* di suhu 26°C dan suhu 12°C. Senyawa-senyawa antioksidan pada alga dihasilkan oleh pigmen yang diproduksi di kloroplas. Pengeringan alga dapat menyebabkan degradasi pigmen menjadi turunannya, dan

mengurangi kandungan dari pigmen (Kailolal *et al*, 2012).

Ketidakstabilan pigmen terhadap intensitas cahaya yang tinggi dan waktu radiasi cahaya yang lama dapat menyebabkan degradasi pigmen pada alga (de Fretes *et al*, 2012). Pigmen karotenoid

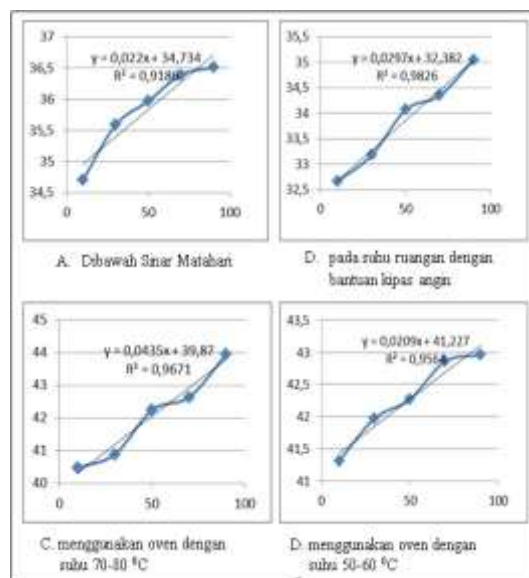
pada alga akan terdegradasi membentuk cis-isomer sebagai bentuk degradasi akibat stereoisomerisasi (Bohm *et al*, 2002) dan pigmen klorofil yang terdegradasi akan membentuk feofitin dan feoforbid (Limantara, 2005).

Tabel 2. Kadar Antioksidan Dari Tiap Perlakuan

Konsentrasi Ekstrak (ppm)	Perlakuan			
	Matahari	Suhu ruang	Suhu 70-80 ^o C	Suhu 50-60 ^o C
10	34.71	32.67	40.48	41.31
30	35.59	33.18	40.89	41.97
50	35.97	34.07	42.25	42.27
70	36.39	34.35	42.64	42.86
90	36.51	35.05	43.95	42.96

Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai IC₅₀ pada pengeringan dibawah sinar matahari sebesar 693,90 ppm, dikeringkan pada suhu ruangan dengan bantuan kipas angin sebesar 593,19 ppm, dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70-80^oC sebesar 232,87 ppm dan nilai IC₅₀ pada pengeringan dengan oven suhu 50-60^oC sebesar 419,76 ppm. Penentuan nilai IC₅₀ didasarkan pada kurva yang terdapat pada Gambar 3. Makin rendah nilai IC₅₀ makin tinggi daya antioksidan suatu senyawa. Antioksidan dinyatakan sangat kuat jika nilai IC₅₀ lebih kecil dari 50 ppm, kuat jika nilai IC₅₀ antara 50-100 ppm dan dinyatakan daya antioksidan lemah jika nilai IC₅₀ diatas 150 ppm. Berdasarkan hal ini, daya antioksidan alga *E. cottonii* yang digunakan pada penelitian ini memiliki daya antioksidan yang lemah.

Penelitian yang dilakukan oleh Chew *et al* (2008), kandungan total fenolik *Kappaphycus alvarezzi* (*E. cottonii*) berkisar 115 ± 35 mg/100 mg sampel kering dan nilai IC₅₀ 11,8±5,7 mg/ml, yang menunjukkan bahwa kadar antioksidan *Kappaphycus alvarezzi* termasuk dalam antioksidan yang kuat. Akan tetapi, dalam penelitian ini menunjukkan antioksidan yang lemah. Hal ini mungkin disebabkan oleh lama ekstraksi, suhu air yang tinggi sewaktu perendaman dan jenis pelarut yang digunakan.



Gambar 3. Kurva Hasil Perhitungan IC₅₀

Alga yang segar memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan alga yang telah dikeringkan. Handoko (2008) menyatakan kadar antioksidan alga merah segar memiliki aktivitas antioksidan tertinggi. Penelitian yang dilakukan Sari *et al* (2013), menunjukkan ekstraksi pada suhu 65^oC dapat menurunkan senyawa fenolik pada *E. cottonii*. Ketidakstabilan fenolik pada suhu tinggi diperkirakan menyebabkan hal ini (Liapid *et al*, 2007). Selain itu, lama ekstraksi juga dapat mempengaruhi kadar antioksidan pada alga merah *E. cottonii*. Han

et al (2011) menyatakan lama waktu ekstraksi dapat menyebabkan paparan terhadap oksigen lebih banyak. Hal ini dapat meningkatkan peluang terjadinya oksidasi senyawa fenolik sehingga kandungan total fenolik yang terekstrak menurun. Hasil penelitian Kumar et al (2008), menunjukkan bahwa total fenol dari ekstrak etanol *E. cottonii* berkisar antara $1,94 \pm 0,029\%$, lebih rendah jika menggunakan pelarut kloroform : metanol (2:1), yaitu berkisar antara $2,05 \pm 0,038\%$. Dengan demikian untuk mendapatkan ekstrak alga *E. cottonii* dengan daya antioksidan yang baik, dalam proses ekstraksi harus diperhatikan waktu ekstraksi (waktu maserasi pelarut lebih dipersingkat), suhu air yang digunakan untuk melunakkan alga dan jenis pelarut yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode pengeringan yang menghasilkan rendemen yang mendekati dengan pengeringan kontrol dan masih memiliki kadar antioksidan yang baik, yaitu pengeringan dengan oven suhu $50-60^{\circ}\text{C}$.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ketua Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu dan Kepala Laboratorium Kimia Penelitian Fakultas MIPA Universitas Tadulako atas kesempatannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

6. REFERENSI

- Bhaskar N, Miyashita K. 2005. Lipid Composition of *Padina tetratomatica* (Dictyotales, Phaeophyta), a brown seaweed of the west coast of India. *J. Fish* 52: 263-268.
- Bohm V, Puspitasari-Nienaber N.L, Ferruzzi M.G, Schwartz S.J. 2002. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of α -carotene, β -carotene, lycopene, and zeaxanthin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:221-226.
- Blois M S. 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature* 181 : 1199-1200.
- Chanda S, Dave R, Kaneria M, Nagani K. 2010. Seaweeds: a novel, untapped source of drugs from sea to combat infectious diseases. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbial Biotechnology*, 473-480.
- Chew Y.L, Lim Y.Y, Omar M, Khoo K.S. 2008. Antioxidant Activity of Three Edible Seaweeds from Two Areas in South East Asia. *LWT* 41 : 1067-1072.
- Cox S, Gupta S, Abu-Ghannam N. 2012. Effect of different rehydration temperatures on the moisture, content of phenolic compounds, antioxidant capacity and textural properties of edible Irish brown seaweed. *LWT – Food Sciences and Technology* 47 : 300-307.
- de Fretes H, Susanto A B, Prasetyo B, Heriyanto, Brotosudarmo T H P, Limantara L. 2012. Estimasi Produk Degradasi Ekstrak Kasar Pigmen Alga Merah *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty Varian Merah, Coklat, dan Hijau: Telaah Perbedaan Spektrum Serapan. *Indonesian Journal of Marine Sciences* 17(1) : 31-38.
- Duan X J, Zhang W W, Li X M, Wang B G. 2006. Evaluation of Antioxidant Property of Extract and Fractions Obtained From a Red Algae, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chem* 95: 37-43.
- Fleurence J. 1999. Seaweeds Proteins :Biochemical, Nutritional Aspects and Potential Uses. *Trends Food Sci. Technol* 10: 25-28.
- Ganesan PV Subba Rao, Chandini P, Kumar S, Bhaskar N. 2008. Antioxidant Properties of Methanol Extracts and Its Solvent Fraction Obtained From Selected Indian Red Seaweeds. *Biores. Technol* 99(8): 2717-2723.
- Gupta S, Cox S, & Abu-Ghannam N. 2011. Effect of different drying temperatures on the moisture and phytochemical constituents of edible Irish brown seaweed. *LWT - Food*

- Science and Technology* 44(5), 1266-1272.
- Handoko. 2008. Stabilitas Antioksidan dan Pigmen Dalam Ekstrak Kasar Rumput Laut Merah *Eucheuma spinosum*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 7(2): 39-53.
- Han D, Tao Z, Kyung H R. 2011. Ultrasonic Extraction of Phenolic Compounds from *Laminaria Japonica* Aresch Using Ionic Liquid as Extraction Solvent. *Bull. Korean Chem. Soc* 32(7) : 2212-2216.
- Heo S J, Park E J, Lee K W, Jeon Y J. 2005. Antioxidant Activities of Enzymatic Extracts From Brown Seaweeds. *Biores. Technol* 96(14):1613-1623.
- Jimenez E A, Isabel J, Pulido R, Sauracalixto F. 2001. Antioxidant Activity of Fresh and Processed Edible Seaweeds. *J. Sci Food Agric* 81: 530-534.
- Kailolal I N, Susanto A B, Prasetyo B, Indriatmoko, Limantara L, Brotosudarmo T H P. 2012. Pengaruh Beberapa Metode Pengeringan pada Komposisi Pigmen dan Kandungan Trans Fukosantin Rumput Laut Coklat *Padina australis*. *Prosiding Seminar Karotenoid, Antioksidan dan Flavor* Universitas Kristen Satya Wacana 107-118.
- Kuda T, Tsunekawa M, Goto H, Araki Y. 2005. Antioxidant Properties of Four Edible Algae Harvested In The Noto Peninsula Japan. *J. Food Comp. Anal* 18: 625-633.
- Kumalaningsih S. 2006. Antioksidan Alami. Cetakan Pertama. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Kumar K S, Ganesan K, Subba Rao, P V. 2007. Antioxidant Potential of Solvent Extract of *Kappaphycus Alvarezii*(Doty)Doty an Edible Seaweed . *J Food Chemistry* 107 : 289-295.
- Liazid A, Palma M, Brigui J, Barroso C G. 2007. Investigation on phenolic compounds stability during microwave-assisted extraction. *Journal Chromatography* 1140 : 29-34.
- Lim S N, Cheung P C K, Ooi V E C, Ang P O. 2002. Evaluation of Antioxidative Activity of Extracts from a Brown Seaweed, *Sargassum siliquastrum*. *J. Agric Food Chem* 50: 3862-3866.
- Limantara, L. 2005. Photostability of bacteriochlorophyll derivatives relevant photodynamic therapy of cancer: Study in organic solvent. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA Universitas Indonesia.
- Molyneux P. 2003. The Use Of The Stable Free Radical *Diphenylpicrylhydrazyl* (DPPH), For Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin. J. Sci. Technol* 26(2): 211-219.
- Nuryani N M. 1991. Pengaruh Berbagai Perlakuan Pra Pengerangan Terhadap Rendemem *Eucheuma cottonii*. *Skripsi*. Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Ogawa S. 2003. Studies on Antioxidant Activity in Japanese Edible Seaweeds. *Tesis*. Tokyo University.
- Reis M.O, Necchi Jr O, Colepicolo P, Barros M.P. Co-Stressors Chilling and High Light Increase Photooxidative Stress in Diuron-Treated Red Alga *Kappaphycus alvarezii* but with Lower Involvement of H₂O₂. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 99 : 7-15.
- Sajilata dan Singhal. 2006. Isolation and Stabilisation of Natural Pigments for Food Application. *Stewart Postharvest Review*, 5-11.
- Samsuari. 2006. Penelitian Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Wilayah Perairan Kabupaten Jeneponto propinsi Sulawesi Selatan. Institut Pertanian Bogor. <http://www.damandiri.or.id/file/samsuaripbbab4.pdf>. Diakses tanggal 15 September 2015.
- Sari D K, Wardhani D H, Prasetyaningrum, A. 2013. Kajian Isolasi Senyawa Fenolik Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berbantu Gelombang Mikro Dengan Variasi Suhu Dan Waktu. *Jurnal Teknik Kimia* 3(19) : 38-43.