

## **PERBANDINGAN METODE UJI KANDUNGAN TOTAL FENOLIK DARI EKSTRAK RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* LONTAR BANTEN**

**DENNI KARTIKA SARI, AHMAD DEZA, INA AMILATUL ILMA,  
RETNO SULISTYO DHAMAR LESTARI.**

<sup>1</sup> Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon-Banten  
denni.kartikasari@untirta.ac.id

### **ABSTRAK**

*Rumput laut adalah suatu komoditas utama perikanan budidaya di Indonesia yang menopang hampir 58% dari total produksi perikanan budidaya tahun 2016 yang mencapai 19,46 juta ton. Salah satu rumput laut yaitu rumput laut E. Cottonii diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik yang merupakan salah satu kandungan rumput laut yang berperan sebagai antioksidan. Rumput laut Eucheuma Cottonii terdapat senyawa flavonoid seperti catechin (gallocthecin, epicatechin, catechin gallate), flavonols, flavonol glycosides, caffeic acid, hesperidin, myricetin yang berfungsi sebagai antioksidan. Tujuan mengetahui metode ekstraksi terbaik dalam uji kandungan fenolik dalam rumput laut (Eucheuma cottonii) dan menentukan konsentrasi optimal pada pelarut (metanol) dalam proses ekstraksi rumput laut (Eucheuma cottonii). Penelitian ini dilakukan dengan cara mengekstraksi kandungan rumput laut dengan berbagai metode ekstraksi yaitu maserasi, ultrasonic dan microwave dengan konsentrasi pelarut etanol (25% ;50% ;75%) lalu dilakukan pengukuran kadar total fenolik dengan metode folin ciocalteau dan dianalisa absorbansinya dengan spectrophotometer UV-Vis. Hasil Total Phenolic Compound (TPC) terbaik dalam penelitian ini yakni pada metode ekstraksi ultrasonik dan dengan pelarut etanol pada konsentrasi 50% yakni sebesar 961.081 mg GAE / g ekstrak*

**Kata kunci :** *Eucema Cottonii, ultrasonik, microwave, Kandungan senyawa fenolik.*

## ABSTRACT

*Seaweed is a major commodity of aquaculture in Indonesia which supports almost 58% of total cultivated fisheries production in 2016 which reaches 19.46 million tons. One of seaweed is seaweed E. Cottonii is known to contain phenolic compound which is one of the content of seaweed that acts as an antioxidant. Seaweed Eucheuma Cottonii contain flavonoid compounds such as catechin (gallo catechin, epicatechin, catechin gallate), flavonols, flavonol glycosides, caffeic acid, hesperidin, myricetin which acts as an antioxidant. The objective is to know the best extraction method in phenolic content test in seaweed (Eucheuma cottonii) and to determine optimal concentration on solvent (methanol) in seaweed extraction process (Eucheuma cottonii). The experiment was conducted by extracting seaweed content with various extraction methods of maceration, ultrasonic and microwave with ethanol solvent concentration (25%; 50%; 75%) and then measuring total phenolic content by folin ciocalteau method and analyzed its absorbance with UV-spectrophotometer Vis. The best result of Total Phenolic Compound (TPC) in this research is on ultrasonic extraction method and with ethanol solvent at 50% concentration is 961,081 mg GAE / g extract*

**Keyword:** Eucheuma Cottonii, ultrasonic, microwave, total Phenolic content.

## 1. PENDAHULUAN

Rumput laut adalah salah satu komoditas utama perikanan budidaya di Indonesia yang menopang hampir 58% dari total produksi perikanan budidaya tahun 2016 yang mencapai 19,46 juta ton (Ditjen, 2016). *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*).

Rumput laut yang dibudidayakan secara tradisional dapat digunakan sebagai obat diet, bahan makanan dan obat-obatan karena kaya akan protein, lipid, vitamin dan mineral yang sangat penting bagi manusia. Penelitian terakhir membuktikan bahwa rumput laut berpotensi sebagai antivirus, antibakteri, antijamur, antitumor dan antioksidan (Mardiyah dkk, 2014).

Rumput laut di Indonesia khususnya di daerah Potang kecamatan Serang, Banten merupakan salah satu penghasil rumput laut terbanyak dengan produksi sebesar 36.075 ton pertahun. Produksi rumput laut di Pontang sebagian besar di distribusikan ke daerah lain sisanya dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan pangan, diolah menjadi dodol dan eskrim. Padahal rumput laut banyak memiliki manfaat lain seperti halnya sebagai antioksidan dengan cara mengambil senyawa fenolik pada rumput laut. Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu kurangnya sumber daya manusia.

Rumput laut *E. Cottonii* diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik (Kumar dkk, 2007). Kandungan fenolik sangat sensitif, tidak stabil dan sangat rentan terhadap degradasi. Faktor degradasi paling utama adalah temperatur, kandungan oksigen dan cahaya (vatai, 2009). Senyawa fenolik rentan terhadap oksidasi karena salah satu sifat dari senyawa fenolik adalah sebagai antioksidan (Kalt *et al*, 2000). Studi telah dilakukan oleh beberapa peneliti yang menunjukkan hubungan antara kandungan total fenolik dengan kemampuan antioksidan (De man, 1999). Paparan oksigen, cahaya, dan suhu tinggi merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi oksidasi (Kahkonen *et al*, 1999, Rice-Evans, Miller, Bolwell, Bramley, & Pridham, 1995). Kondisi rumput laut (segar atau kering) dapat mempengaruhi senyawa aktif karena kebanyakan komponen aktif tidak tahan terhadap suhu tinggi selama pengeringan (Fera dkk). Penggunaan antioksidan sintesis pada setiap bahan pangan harus terkontrol secara

baik, karena apabila pemakaiannya terlalu berlebihan fungsi antioksidan tersebut akan berubah menjadi racun di dalam tubuh kita. Sehingga antioksidan alami lebih baik digunakan untuk menambah asupan antioksidan yang tubuh kita butuhkan. salah satu bahan pangan yang menjadi sumber antioksidan alami adalah Alga laut (Tri Dewanti, 2006). Peneliti lain juga melaporkan seperti (Chew *et al*, 2007), (Suresh Kumar *et al*, 2008) dan (Tao Wang. *et al*, 2009) bahwa rumput laut mengandung fenol yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan yang ditunjukkan oleh kandungan fenol dan aktivitas antioksidan pada rumput laut tersebut melalui berbagai metode uji. Metode pengambilan senyawa fenolik dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Metode ekstraksi, rasio pelarut, suhu, dan lama waktu ekstraksi sangat berpengaruh pada ekstraksi senyawa fenolik dalam tanaman (Mandal, 2007). Ekstraksi yang umum dilakukan untuk mengekstrak antioksidan dari rumput laut adalah ekstraksi.

Ada beberapa ekstraksi yang dapat digunakan seperti ekstraksi modern yaitu ekstraksi berbatu gelombang *ultrasonic* dan ekstraksi berbantu gelombang *micro* dan ekstraksi konvensional yaitu maserasi. Kelebihan ekstraksi maserasi adalah cara pengambilan ekstrak yang sederhana sedangkan kelebihan dari ekstraksi *microwave* dan berbantu ultrasonik adalah berkurangnya waktu ekstraksi dan penggunaan solven yang lebih sedikit (Salas, 2010). Menurut (Fu, 2016) dengan melakukan variasi penelitian pelarut etanol (0%, 50%, 70%, 98 menunjukkan bahwa Kandungan Total Fenolik (TPC) tertinggi yang dihasilkan adalah pada konsentrasi pelarut etanol 70% yaitu sebesar 19.0545 GAE / g sampel kering dan dilanjutkan dengan pelarut lainnya konsentrasi masing masing 50%, 98% dan 0% memiliki nilai TPC masing masing sebesar 13.7469 GAE / g sampel kering, 14.7334 GAE / g sampel kering dan 11.3119 GAE / g sampel kering

Senyawa fenolik merupakan salah satu kandungan rumput laut yang berperan sebagai antioksidan. Penelitian lain menunjukkan bahwa dengan naiknya suhu dan waktu ekstraksi akan semakin menaikkan kandungan total fenolik pada ekstraksi rumput laut *Eucheuma Cottonii* (Sari dkk, 2013). Rumput laut *Eucheuma Cottonii* terdapat senyawa flavonoid seperti *catechin* (*gallocthecin*, *epicathecin*, *catechin gallate*), *flavonols*, *flavonol glycosides*, *caffeic acid*, *hesperidin*, *myricetin* yang berfungsi sebagai antioksidan (yumiko *et al*, 2003). Menurut (Yan *et al*, 1998) menyebutkan bahwa antioksidan memiliki peranan penting dalam mencegah oksidasi radikal bebas yang dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti karsinogenik dan penuaan. Radikal bebas adalah molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di orbital terluar. Radikal bebas terdapat dalam bentuk oksigen dan nitrogen reaktif. Saat ini antioksidan yang umum digunakan merupakan antioksidan sintetik diantaranya butil hidroksianisol (BHA), butilated hidroksitoluena (BHT), *propylgallate* (PG) dan tetrabutyl hidroksitoluena (TBHQ) (Sherwin, 1990), (Chang 2010). Rumput laut *Eucheuma Cottonii* yang berasal di daerah Pontang masih perlu untuk lebih dimanfaatkan, maka penelitian uji fenolik pada rumput laut yang lebih efektif sangat penting untuk dilakukan.

## 2. METODOLOGI PERCOBAAN

### 2.1. Bahan dan peralatan

Bahan utama penelitian ini adalah rumput laut segar *Eucheuma cottonii* yang didapatkan dari perairan Potang kecamatan Serang, Banten. Bahan lain yang digunakan reagen *Folin ciocalteu* (Merck), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (kemurnian 20 %), Asam gallat (kemurnian 99 %), dan etanol (kemurnian 96%). Aquades yang disuling dari reverse osmosis unit di Jurusan Teknik Kimia FT-UNTIRTA. Adapun peralatan yang digunakan digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan elektrik,

*Microwave, Ultrasonic*, Spektrofotometer UV-Vis, peralatan gelas, kertas saring, dan aluminium foil.

## 2.2. Persiapan bahan baku

*Eucheuma cottonii* dari perairan Potang kecamatan Serang, Banten, Indonesia. Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan tanpa sinar matahari selama kurang lebih 48 jam dilanjutkan dengan penghalusan dengan menggunakan blender hingga ukuran 60 mesh.

## 2.3. Proses ekstraksi

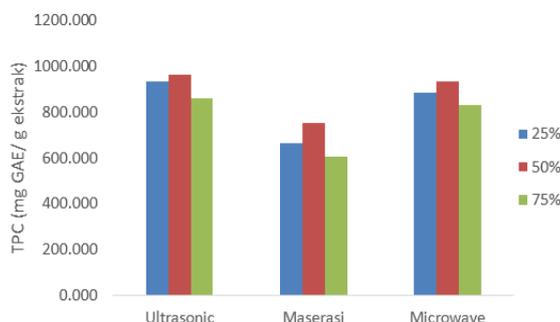
Sebanyak 3 gram serbuk rumput laut kering dimasukkan kedalam erlenmeyer, ditambahkan pelarut etanol, masing-masing dengan etanol pada konsentrasi 20%, 50%, 75%. Selanjutnya ditutup dengan aluminium foil. Selanjutnya diekstraksi menggunakan microwave dan *Ultrasonic* masing-masing selama 5 menit, dan menggunakan metode ekstraksi maserasi selama kurang lebih 48 jam. kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan filtrat disimpan untuk pengujian lebih lanjut

## 2.4. Analisis Kandungan Total Fenolik

Kandungan total fenolik diukur dengan spektrofotometer UV-Vis, menggunakan asam galat sebagai standar, berdasarkan metode *Folin Ciocalteu* yang dimodifikasi. Dari masing-masing konsentrasi dipipet 0,2 ml ditambahkan 15,8 ml aquadest kemudian dimasukan 1 ml reagen *Folin Ciocalteu*. Diamkan selama 8 menit, tambah 3 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% (w/v) dan kocok hingga homogen. Diamkan selama 2 jam pada suhu kamar sebelum diukur pada absorbansi 765 nm

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisa kandungan senyawa fenolik rumput laut *Euceuma Cottoni* dengan variasi Metode ekstraksi dan konsentrasi pelarut etanol dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hubungan TPC rumput laut *Eucheuma Cottoni* terhadap metode ekstraksi dengan pelarut etanol 25%, 50%, dan 75%.

### 3.1. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Total Fenolik Pada Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*

Berdasarkan Gambar 1 perolehan *Total Phenolic Content* (TPC) dinyatakan sebagai mg *gallic acid equivalent* (GAE) per gram ekstrak rumput laut *Eucheuma Cottonii*, pada gambar diatas terlihat bahwa TPC dipengaruhi oleh metode ekstraksi dengan perbandingan pelarut etanol 25%,50% dan 75%. Perolehan nilai TPC dari beberapa metode ekstraksi pada konsentrasi 25% yaitu pada metode ekstraksi *ultrasonic*, maserasi dan *microwave* yaitu masing-masing sebesar 934.054, 663.784 dan 885.405 mg GAE/ g ekstrak. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa metode ekstraksi *Ultrasonic* merupakan yang menghasilkan kandungan total fenolik (TPC) terbesar karena metode tersebut merupakan metode ekstraksi yang efisien dan lebih cepat dibandingkan dengan metode ekstraksi lain. Prinsip ekstraksi *ultrasonic* adalah dengan meningkatkan transfer massa yang disebabkan oleh naiknya penetrasi pelarut ke dalam jaringan tumbuhan lewat efek kapiler. Gelembung kavitasi akan terbentuk pada dinding sel tanaman akibat adanya gelombang *ultrasonic*. Efek dari pecahnya gelembung kavitasi ini dapat mengakibatkan peningkatan pori-pori dinding sel. Gelombang kavitasi akan terpecah disebabkan oleh tipisnya bagian kelenjar sel tumbuhan yang dapat mudah rusak oleh sonikasi. Hal ini yang menyebabkan proses ekstraksi dengan menggunakan gelombang *ultrasonic* menjadi lebih cepat dari metode maserasi dan *microwave* (Sari, 2012).

Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Serradilla (2010) bahwa kandungan total fenolik dari anggur didapatkan persentase residu kering dalam ekstrak cair dengan ekstraksi berbantu *ultrasonic* sebesar 1,27% g residu kering/100 ml ekstrak cair, dibandingkan dengan ekstraksi maserasi sebesar 1,05 % g residu kering/100 ml ekstrak cair. Sehingga, kandungan total fenolik pada metode ekstraksi *ultrasonic* lebih besar dibandingkan dengan metode ekstraksi maserasi (Serradilla, 2010). Penelitian yang telah dilakukan oleh Sari (2013) pada rumput laut *Eucheuma cottonii* juga dilakukan ekstraksi maserasi dan *ultrasonic* dengan hasil kandungan total fenolik (TPC) yang lebih besar pada metode *ultrasonic* yaitu sebesar 2.526 mg GAE (*gallic acid equivalent*) / g *dry weight*. (Sari, 2013). Hal ini disebabkan getaran yang diberikan gelombang *ultrasonic* akan memberikan pengadukan yang intensif terhadap proses ekstraksi. Proses pengadukan akan meningkatkan osmosis antara bahan dengan pelarut sehingga mempercepat proses ekstraksi (Sari, 2012).

Ultrasonik sendiri adalah gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz (Suslick, 1988). Hasil waktu uji rendemen pati jangung dengan menggunakan ekstraksi ultrasonik selama 2 menit adalah sekitar 55,2-67,8 % hampir sama dengan rendemen yang didapat dari pemanasan dengan air selama 1 jam yaitu 53.4%. Penggunaan ultrasonik pada proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik dapat lebih cepat, getaran ultrasonik dapat memecahkan dinding sel sehingga kandungan didalamnya dapat keluar dengan cepat. Ekstraksi maserasi sangat sederhana dan ekonomis, namun kelemahan dari metode ini adalah memerlukan pelarut yang banyak dan waktu yang lebih lama. Ekstraksi dengan berbantu gelombang ultrasonik dapat dijadikan metode alternatif. Kelebihan dari ekstraksi berbantu ultrasonik adalah berkurangnya waktu ekstraksi dan penggunaan solven yang lebih sedikit (Elkhori et.al,2007).

Sedangkan dalam metode ekstraksi *Microwave* yang memiliki frekuensi sebesar 2340 Hz terjadi pemanasan secara tertarget dan selektif dengan praktis tidak ada panas yang hilang ke lingkungan karena pemanasan terjadi secara tertutup. Pemanasan terjadi secara langsung pada bahan/pelarut dengan bantuan panas radiasi gelombang mikro yang memanaskan dan menguapkan air sel bahan. Tekanan pada dinding sel meningkat. Akibatnya, sel membengkak. Tekanan mendorong dinding sel dari dalam, meregangkan, dan memecah sel tersebut (Calinescu et al.,2001). Rusaknya sel bahan mempermudah pelarut untuk masuk dan

mengekstrak. Semakin besar power microwave yang digunakan dalam ekstraksi maka semakin cepat pecahnya dinding sel karena jika digunakan power yang lebih tinggi maka suhu akan naik dengan cepat, sehingga analit yang diinginkan lebih cepat keluar dari dalam sel dan berdifusi ke dalam pelarut. Besar power dapat membuat kenaikan suhu yang sangat tinggi yang dapat menyebabkan analit terdegradasi.

Jika dibandingkan diantara ketiga metode yang sudah dilakukan maka yang terbaik adalah dengan metode ultrasonic karena ultrasonic memiliki hasil TPC tertinggi dengan waktu yang sama dengan microwave yaitu 15 menit dan 48 jam maserasi. Hal ini dimungkinkan karena ketidakstabilan senyawa fenolik pada suhu microwave dan pada maserasi dikarenakan lama waktu ekstraksi dapat menyebabkan paparan terhadap oksigen lebih banyak yang dapat meningkatkan peluang terjadinya oksidasi senyawa fenolik sehingga kandungan total fenol yang terekstrak menurun. Dengan demikian, ekstraksi dengan bantuan ultrasonik jauh lebih baik digunakan dalam penelitian ini.

### **3.2. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Terhadap Kandungan Total Fenolik Pada Rumput Laut *Eucheuma Cottoni***

Pengaruh Metode ekstraksi terhadap *Total Phenolic Content* (TPC), dalam ekstrak rumput laut dilihat pada gambar 1 terlihat bahwa TPC dipengaruhi oleh metode konsentrasi pelarut etanol 25%, 50% dan 75%. Perolehan nilai TPC pada metode ekstraksi Ultrasonic pada konsentrasi pelarut etanol 25%, 50% dan 75% yaitu masing-masing sebesar 934,054 mg GAE/ g ekstrak, 961.081 mg GAE/ g ekstrak, 858.378 mg GAE/ g ekstrak. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi pelarut etanol 50% dapat menghasilkan kandungan total fenolik (TPC) terbesar. Namun kemudian kandungan total fenolik menurun pada konsentrasi 70%.

Hal ini juga terjadi pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Fu, 2016) dengan melakukan variasi penelitian pelarut etanol (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) pada empat jenis rumput laut yaitu *Sargassum polycystum* (SP), *Eucheuma denticulatum* (ED), *Kappaphycus Alvarezii Variance Giant* (KAG) dan *Kappaphycus Alvarezii Variance Buaya* (KAB). Berdasarkan hasil penelitian, Kandungan Total Fenolik (TPC) tertinggi yang dihasilkan adalah pada konsentrasi pelarut etanol 50% jenis rumput laut SP, KAB and KAG yaitu masing-masing sebesar 23.58 mg GAE/100 g DW, 23.65 mg GAE/100 g DW dan 18.48 mg GAE/100 g DW. Kemudian kandungan total fenolik menurun setelah konsentrasi pelarut 50%, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi pelarut etanol optimum untuk ekstraksi pada senyawa fenolik dari rumput laut adalah pada konsentrasi 50%.

Nilai kandungan total fenolik metode ekstraksi *Ultrasonic* pada konsentrasi 0-100% yaitu 17, 22, 23.65, 22, dan 21 mg GAE/100 g DW. Hal ini dapat dilihat dari hasil kandungan total fenolik rumput laut berbeda-beda dengan penggunaan perbandingan pelarut yang berbeda. Suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya. Senyawa fenolik umumnya bersifat polar sehingga lebih mudah larut dalam pelarut polar. Pengaruh konsentrasi etanol dapat berpengaruh secara signifikan dimana konsentrasi etanol yang terlalu rendah dapat menyebabkan ekstraksi impuritis yang lebih banyak dan konsentrasi pelarut etanol yang terlalu banyak cenderung mengekstrak lipid (Fu, 2016).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa untuk konsentrasi optimum untuk teknik ekstraksi (maserasi, *microwave* dan *ultrasonic*) pada senyawa fenolik dari rumput laut *Eucheuma cottoni* adalah 50% etanol dengan nilai *Total Phenolic Content* 961.081 mgGAE/g ekstrak.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Penelitian mengenai perbandingan metode uji kandungan total fenolik dari ekstrak rumput laut *Eucheuma Cottonii* yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi terbaik dari ketiga metode yang telah dilakukan adalah metode ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik dengan nilai TPC tertinggi. Penggunaan pelarut etanol dengan konsentrasi 50% menghasilkan kandungan total fenol lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 25% dan 75% pada semua metode. Kandungan total fenolik terbesar dari ekstrak rumput laut *Eucheuma Cottonii* diperoleh pada metode ekstraksi ultrasonik dengan pelarut etanol konsentrasi 50% yaitu sebesar 961,081 mg GAE/g ekstrak.

### 4.2. Saran

Untuk penelitian lebih lanjut ada beberapa variasi yang tidak dilakukan, maka disarankan pada penelitian selanjutnya untuk dapat memvariasikan waktu ekstraksi dari masing-masing metode agar dapat membandingkan lama waktu dari setiap metode yang lebih efektif melalui data yang diperoleh dan melakukan uji untuk mengetahui korelasi kandungan total fenolik dengan aktivitas antioksidan dari rumput laut *Eucheuma Cottonii* dari masing – masing metode.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agregan, Ruben . 2016. *Phenolic compounds from Three Brown Seaweed Species Using LC-DAD—ESI-MS/MS*. Sao Paulo : Universidad de Vigo
- Calinescu, I., Ciuculescu, C., Popescu, M., Bajenaru, S., & Epure, G. (2001). Microwaves Assisted Extraction of Active Principles from Vegetal Material. *Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering* , 12, 1-6.
- Chang, Vi-Sion dkk. 2010 *The Propertis of Red Seaweed (Kappaphysus Alvarezii) and Its Effect on Mammary Carcinogenesis*. Kuala Lumpur: USCI University.
- Chew, K. K., Ng, S. Y., Thoo, Y. Y., Khoo, M. Z., Wan, A.W. M. and Ho, C.W, 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 pp. 571-578
- Damongilala. J lina dkk. 2013 *Antioxidant Activity Against Methanol Extraction of Eucheuma Cottonii and E.spinosum Collected from North Sulawesi Waters, Indonesian*
- Ditjen PEN /MLJ. 2013. *RumputLaut Indonesia*. Jakarta : Ministry of Trade
- Jain, T., Jain, V., Pandey, R., Vyas, A., & Shukla, S. S. (2009). Microwave Assisted Extraction for Phytoconstituents – An Overview. *Asian Journal Research Chemistry* , 1 (2), 19-25.
- Kaufmann, B., & Christen, P. (2002). Recent Extraction Techniques for Natural Products: Microwave-assisted Extraction and Pressurised Solvent Extraction. *Phytochemical Analysis* , 13, 105-113.

Keil, F. J. 2007. *Modeling of Process Intensification*. In Alupului, A., Ioan Calinescu, and Vasile Lavric. 2009. *Ultrasonic Vs. Microwave Extraction Intensification of Active Principles From Medicinal Plants*. AIDIC Conference Series, Vol. 9 2009 page 1-8.

Kumar, K suresh . 2007. *Antioxidant Potential of Solvent Extracts of Kappaphycus Alvarezii (Doty) Doty – An edible Seaweed*. Gurajat : Chemical Research Institute

Lida, Y., Tuziuti T., Yasui K., Towata A., and Kozuka T. 2002. *Control of Viscosity in Starch and Polysaccharide Solution with Ultrasound After Gelatinization*. Journal of National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). Nagoya, Japan.

Mandal, V., Mohan, Y., & Hemalatha, S. (2007, January-May). Microwave Assisted Extraction – An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. *Pharmacognosy Reviews* , 1 (1), pp. 7-18.

Mardiyah. Ulfatul dkk 2014. Ekstraksi Uji Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Golongan Senyawa Aktif Alga Merah ( *Eucheuma spinosum*) dari Perairan Banyuwangi, Malang : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Salas, P. G., Aranzazu, M.-S., Antonio, S.-C., & Alberto, F.-G. 2010. Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules* , 15, pp. 8813-8826.

Sari, Deni Kartika dkk . 2013 Kajian Isolasi Senyawa Fenolik Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Berbantu Gelombang Micro dengan Variasi Suhu dan Waktu. Banten : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Williams, A.R. 1983. *Ultrasound: Biological Effects and Potential Hazards*. Academic Press

Yan, X., Nagata, T., and Xiao, F. 1998. *Antioxidative Activities in Some Common Seaweeds*. Journal of Plant Foods for Human Nutrition Institute of Oceanology. Japan: Academic Publisher. 52: 253–262.

Yumiko, Y. S. dkk. 2003

*Distribution of Flavonoids and Related Compounds from Seaweed In Japan*. Tokyo : Tokyo University of Fisheries