

## BIOSINTESIS NANO/MIKRO PARTIKEL PERAK DARI RUMPUT LAUT (*Eucheuma Cottonii*) BERBANTU GELOMBANG ULTRASONIK

Denni Kartika Sari<sup>1\*</sup>, Retno Sulisty Dhamar Lestari<sup>2</sup>, Agus Rahmat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Titayasa, Cilegon,

Jln Jend Sudirman km 3 Cilegon

\*E-mail : denni\_123456@yahoo.com

### ABSTRAK

Nano/mikro partikel perak menjadi perhatian bagi peneliti dikarenakan karakteristiknya yang unik dan dapat diaplikasikan pada berbagai bidang seperti obat, katalisis, industri tekstil maupun pada bidang pengolahan limbah. Tujuan dari penelitian ini adalah biosintesis hijau dari nano/mikro partikel perak menggunakan rumput laut *Kappahycus alvarezii/Eucheuma Cottonii*. Penggunaan rumput laut *kappahycus Alvarezii* dikarenakan ketersediaan rumput laut jenis ini di Indonesia melimpah serta memiliki banyak keuntungan diantaranya biosintesis nano/mikro partikel dari bahan alam yang lebih stabil. Penggunaan gelombang ultrasonik diharapkan dapat meningkatkan yield dan mempersingkat waktu ekstraksi. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan tahap pertama adalah memvariasikan waktu ekstraksi rumput laut berbantu gelombang ultrasonik selama 2,4,6, dan 8 menit dan rasio ekstrak rumput laut dan AgNO<sub>3</sub> 1:10,1:15 dan 1:15. Hasil uji spektrofotometer menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 320 nm dengan ukuran partikel berdasarkan pengujian SEM yang telah dilapisi sebesar 20 mikron.

**Kata Kunci:** AgNPs/mikro partikel, *Eucheuma Cottonii*, Nano/mikro partikel perak, Ultrasonik

### ABSTRACT

*Nano / micro-particles of silver is a concern to researchers because of its unique characteristics and can be applied to various fields such as medicine, catalysis, the textile industry as well as in the field of wastewater treatment. The purpose of this study is green biosynthesis of nano / micro particles of silver using seaweed Kappahycus alvarezii / Eucheuma Cottonii. The use of seaweed kappahycus Alvarezii due to the availability of this type of seaweed abundant in Indonesia and has many advantages such as the biosynthesis of nano / micro particles of a material nature that is more stable. The use of ultrasonic waves are expected to increase yields and shorten the time of extraction. This research was conducted through two stages of the first stage is to vary the time of extraction of the seaweed assisted ultrasonic waves for 2,4,6, and 8 minutes and the ratio of seaweed extract and AgNO<sub>3</sub> 1: 10.1: 15 and 1:15. The test results show the maximum wavelength spectrophotometer at 320 nm with a particle size based on SEM examination that had been coated at 20 microns.*

**Keywords:** AgNPs / micro particles, *Eucheuma Cottonii*, nano / micro-particles of silver, Ultrasonic

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi yang besar sebagai penghasil rumput laut *Eucheuma Cottonii*. Total produksi *Eucheuma Cottonii* Indonesia mencapai 3.082.113 ton atau menguasai sekitar 50 % produk rumput laut dunia pada tahun 2010 dan diproyeksikan meningkat 32 % setiap tahun dari tahun 2010-2014 (Cocon, 2012). Di sisi lain, harga rumput laut dalam kurun waktu tahun 2010-2012 terus

mengalami penurunan (Republika, 2012; Harian Bhirawa, 2012). Diperlukannya teknologi proses pengolahan rumput laut menjadi produk dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi. Rumput laut ini dapat menghasilkan metabolit primer atau sekunder yang berpotensi sebagai senyawa bioaktif banyak dikembangkan oleh industri farmasi karena kemampuannya tersebut (Sudha,2013). Salah satunya yang dikembangkan adalah

pemanfaatan rumput laut dalam bidang nano/mikro partikel.

Nano/mikro partikel merupakan bagian yang penting bagi perkembangan nanoteknologi, nano/mikro partikel merupakan partikel berukuran 1-100 nm. Preparasi nano/mikro partikel perak umumnya dilakukan dengan teknik sintesis *bottom up* dengan cara sintesis secara kimia dengan cara mencampurkan garam perak dengan agen pereduksi dan agen penstabil berupa bahan kimia anorganik bahan yang digunakan umumnya bersifat racun, berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, seperti natrium tetraborohidrat, benzena, dan tetraklorida karbon yang dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer dan material karbon, karenanya biosintesis hijau untuk produk nano/mikro partikel diperlukan, mengingat aplikasi nano/mikro partikel yang luas salah satunya sebagai *building block* dalam berbagai aplikasi teknologi di bidang lingkungan, energi, kesehatan, biomedis, dan industri (Windri, 2010). Aplikasi nano/mikro partikel yang begitu luas dan memiliki potensi yang besar dimasa kini dan akan datang maka dibutuhkan sintesis nano/mikro partikel yang lebih aman bagi kesehatan dan lingkungan salah satu pilihan yang sedang dikembangkan adalah sintesis nano/mikro partikel perak dari bahan alam menurut Waychunas (2009). Pembentukan nano/mikro partikel dari bahan alam lebih aman karena lebih tidak beracun dibandingkan dari bahan sintesis.

Pemanfaatan rumput laut dalam teknologi nano/mikro partikel terus berkembang. Rumput laut dianggap sebagai sumber berharga senyawa bioaktif karena mereka mampu menghasilkan berbagai macam metabolit sekunder ditandai dengan spektrum yang luas dari aktivitas biologis. Mereka juga kaya polisakarida seperti alginat, fucans, dan laminarians yang telah dilaporkan memiliki nilai obat yang potensial dan juga dianggap sebagai serat makanan (Smit, 2004). Selama tiga dekade terakhir, penelitian rumput laut telah meningkat pesat untuk mencari obat-obatan baru dan efektif berasal dari alam. Menjaga informasi di atas dalam pikiran, kami melaporkan pada rumput laut pengurangan dimediasi perak dalam nano/mikro partikel Ag menggunakan *Kappahycus Alvarezii* untuk evaluasi aktivitas antibakteri terhadap strain bakteri. Beberapa penelitian menunjukkan

bahawa rumput laut memiliki potensi yang besar dibidang nano/mikro partikel salah satunya Ekstrak rumput laut *Sargassum cinereum* digunakan sebagai reduktor dalam sintesis ekstraseluler ramah lingkungan nano/mikro partikel perak dari larutan perak nitrat *S. cinereum* penelitian yang dilakukan oleh Mohandass (2013) menunjukkan rata-rata ukuran partikel mulai 45-76 nm.

Aktivitas antimikroba menunjukkan konsentrasi hambat minimum nano/mikro partikel biologis hasil sintesis diuji terhadap patogen *Staphylococcus aureus* dengan 2,5 ml (25 mg / disc). Hambatan tinggi di atas pertumbuhan *Enterobacter aerogenes*, *Salmonella typhi* dan *Proteus vulgaris* disaksikan terhadap konsentrasi 100 ug / disc. Ekstrak rumput laut memiliki potensi dalam biosintesis nano/mikro partikel perak yang perlu dikembangkan lebih lanjut. Hasil yang positif ditunjukkan pula pada penelitian terhadap rumput laut jenis *Urospora sp* ukuran nano/mikro partikel perak didapat 20 untuk 30 nm. Selanjutnya, aktivitas antibakteri nano/mikro partikel perak yang telah disintesis menunjukkan aktivitas penghambatan yang efektif terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* hasil yang positif ditunjukkan pula oleh penelitian yang dilakukan Sangeetha (2015) terhadap rumput laut *Padina tetrastromatica*.

Pemanfaatan tumbuhan dalam biosintesis nano/mikro partikel berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktifitas antioksidan. Antioksidan tersebut dapat menjadi alternatif produksi nano/mikro partikel yang ramah lingkungan (*green synthesis*) karena mampu mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya termasuk limbah yang dihasilkan. Biosintesis nano/mikro partikel perak melibatkan senyawa organik seperti enzim, protein dan karbohidrat ataupun senyawa senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan seperti flavonoid dan terpenoid (Irfan, 2012). Beberapa senyawa antioksidan yang sering digunakan saat ini adalah senyawa turunan fenolik (Tahir dkk., 2003). Komponen mineral rumput laut yang berpotensi sebagai antioksidan alami adalah vitamin C, vitamin E, dan senyawa fenolik (Zada, 2009). Dari hasil penelitian *E. cottonii/Kappahycus alvarezii* yang didapat dari perairan Bali selama 360 jam

didapatkan nilai antioksidan  $EC_{50}$  (*Effectiveness Concentration*) diatas 2500  $\mu\text{g/ml}$  terhadap radikal DPPH (Suryaningrum dkk., 2006). Ganesan et al., (2008) melakukan penelitian ekstraksi antioksidan dari *Eucheuma Cottoni* dengan maserasi selama 24 jam dengan perbandingan 1:10 didapat nilai TPC (*Total Phenolic Content*) 1,5 mg EAG (Ekuivalent asam gallat) /g ekstrak kering. Metode ekstraksi, rasio pelarut, suhu, dan lama waktu ekstraksi sangat berpengaruh pada ekstraksi senyawa fenolik dalam tanaman (Kojic et al., 2011). Teknik ekstraksi yang umum digunakan adalah teknik maserasi (Suriya, 2012). Pemanfaatan ekstraksi berbantu ultrasonic memiliki keuntungan waktu ekstraksi dan penggunaan solven yang lebih sedikit. Selain cara ekstraksi tersebut diatas, cara ekstraksi sonikasi (ultrasonic) dapat dijadikan metoda alternatif, karena adanya gelombang ultrasonic yang mampu mengeluarkan zat yang diekstrak masuk kedalam pelarut. Pada reaktor ultrasonic / sonicator, gelombang ultrasonic digunakan untuk membuat gelembung kavitasi (cavitation bubbles) pada material larutan. Ketika gelembung pecah dekat dengan dinding sel maka akan terbentuk gelombang kejut dan pancaran cairan (liquid jets) yang akan membuat dinding sel pecah.

Pecahnya dinding sel akan membuat komponen di dalam sel keluar bercampur dengan larutan. Cara ekstraksi ini biasanya lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan cara ekstraksi yang terdahulu (Cintas dan Cravotto, 2005), dari hasil penelitian Kim (2013) menunjukkan pretreatment ekstraksi pati pada pembentukan nano/mikro partikel dengan teknik ultrasonic partikel micro seluruhnya dapat berubah menjadi nano/mikro partikel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa memungkinkan untuk mengembangkan biosintesis silver nano/mikro partikel dari rumput laut *Eucheuma Cottoni* berbantu gelombang ultrasonic.

Diketahui bahwa ekstraksi konvensional dengan maserasi yang selama ini umum dilakukan untuk mengekstrak antioksidan dari rumput laut karena penggunaannya relatif sederhana dan mudah tetapi memiliki kelemahan diwaktu pengerjaan yang lama dan pengeksrak kurang sempurna (Meloan, 1999). Hasil penelitian yang dilakukan Bunghez (2012) menunjukkan hubungan antara nano/mikro partikel perak bahan alam dengan

kemampuan antioksidan yang dimilikinya, diketahui pula dari hasil penelitian bahwa efektifitas dari antioksidan bahan alam sangat bergantung pada ukuran nano/mikro partikel yang dihasilkan semakin kecil maka akan semakin efektif kemampuan dari antioksidan. Senyawa fenolik dalam rumput laut *Eucheuma cottoni* merupakan salah satu senyawa yang berperan penting dalam aktifitas antioksidan pada rumput laut *Eucheuma Cottonii* dapat diekstrak dengan metode maserasi. Diketahui bahwa senyawa fenolik umumnya sulit larut dalam air dingin (Hagerman, 2002). Pada penelitian ini modifikasi suhu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh suhu terhadap ekstraksi senyawa fenolik. Hal ini didukung oleh penelitian Kojic et al., (2011) terhadap pengaruh waktu, rasio pelarut dan temperatur terhadap kandungan senyawa fenolik buah tin atau *fig fruit*, hasilnya menunjukkan bahwa faktor faktor tersebut memiliki peranan yang penting dalam ekstraksi. Chang (2004) menunjukkan ekstraksi berbantu gelombang ultrasonic sangat berpengaruh pada ukuran nano/mikro partikel yang dihasilkan. Hasil penelitian pembentukan suspensi nano/mikro partikel  $TiO_2$  berbantu gelombang ultrasonic menghasilkan ukuran nano/mikro partikel dibawah 10 nm.

Penelitian tentang nano/mikro partikel perak dari rumput laut telah banyak dilakukan. Namun penelitian ekstraksi rumput laut *Eucheuma Cottoni* yang melibatkan gelombang ultrasonic dan dengan mengkaji pula pengaruh suhu dan waktu belum pernah dilakukan

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan Biosintesis nano/mikro partikel perak rumput laut *Eucheuma Cottoni* berbantu gelombang ultrasonic

Lebih spesifik, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi, rasio ekstrak rumput laut dan  $AgNO_3$  terhadap Biosintesis nano/mikro partikel perak, mengetahui pengaruh ekstraksi berbantu ultrasonic terhadap biosintesis nano/mikro partikel perak, dan mengetahui karakter biosintesis nano/mikro partikel perak berupa ukuran partikel

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi padat cair dengan bantuan ultrasonik, yakni mengamati perlakuan variable waktu dan rasio ekstrak  $\text{AgNO}_3$  untuk mengekstraksi bahan.

### a. Persiapan Bahan Baku.

Rumput laut *Euchuema Cottoni* dicuci dengan air bersih dilanjutkan dengan aquadest untuk menghilangkan kotoran. Dilakukan pemotongan sepanjang 1 cm, rumput laut dilakukan penjemuran dibawah sinar matahari (Wallailuck et al., 2011). Rumput laut kering dilakukan haluskan dengan menggunakan blender kemudian disaring hingga ukuran 50 mesh

### b. Ekstraksi Rumput Laut

Ekstraksi rumput laut dengan menggunakan ultrasonic batch dilakukan dengan perbandingan 3 gram rumput laut dilarutkan dengan 30 ml aquadest kemudian dimasukkan kedalam ultrasonic batch dilakukan ekstraksi sesuai dengan variasi lama waktu pemaparan gelombang ultrasonik, 2, 4, 6 dan 8 menit

### c. Biosintesis nano/mikro partikel perak

Metode yang dilakukan mengikuti Windri (2010) Prekursor perak dibuat dari larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) 1 mM, yang diperoleh dari Duchefa-Biochemies.

Variasi pencampuran ekstrak rumput laut dan Larutan  $\text{AgNO}_3$  1 mM dengan perbandingan 1:5.1:10 dan 1:15 untuk mereduksi nirtat perak menjadi  $\text{Ag}^+$ . Reaksi yang terjadi diamati secara visual dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis (Optima 3000). Spektrum absorpsi diamati pada jangkau panjang gelombang 200–700nm.

### d. Karakterisasi nano/mikro partikel perak

Nano/mikro partikel perak yang telah disintesis kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui karakteristik dari nano/mikro partikel perak tersebut. Analisis yang dilakukan untuk karakterisasi yaitu menggunakan spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometri UV-VIS dengan resolusi 2.0 nm antara 200-700 nm dengan kecepatan pemindaian 300 nm

per menit dilakukan pengukuran pada hari 1,3,5 dan 7, penentuan ukuran nano/mikro partikel menggunakan SEM.

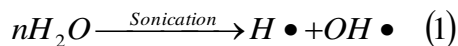
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis nano partikel perak pada tahap satu dilakukan uji kandungan nano/mikro partikel perak dengan menggunakan rumput laut dengan menggunakan teknik pengeringan oven selama 50 °C selama 48 jam, dengan variasi waktu lama ekstraksi 2, 4, 6, dan 8 menit menunjukkan rata-rata absorbansi antara 290 hingga 310 nm ini menunjukkan kandungan ion perak. Ion perak adalah atom perak yang kehilangan satu elektron. Hasil uji kandungan total fenolik menunjukkan pengaruh kandungan senyawa fenol pada nilai absorbansi senyawa ion perak semakin tinggi kandungan total fenolik maka terjadi peningkatan kandungan total fenolik, namun pembentukan silver nano partikel belum dihasilkan secara maksimal namun mikro partikel terlihat dari hasil uji SEM. Umumnya produk hanya mengandung sekitar 10 persen kandungan perak yang membentuk partikel perak sementara 80-99 persen membentuk ion perak, absorbansi yang dihasilkan dan perubahan warna yang dihasilkan menunjukkan kandungan ion silver, namun hasil yang didapat masih rendah maka perlu dilakukan penelitian tahap lanjutan kandungan senyawa partikel perak diketahui berhubungan dengan kandungan senyawa fenolik, biosintesis nano/mikro partikel perak tahap dua dilakukan dengan menggunakan rumput laut yang dikeringkan dengan sinar matahari hasil yang didapat perubahan warna yang lebih jelas dibandingkan dengan tahap I kenaikan kandungan total fenolik dibandingkan tahap I peningkatan panjang gelombang maksimum yang dihasilkan namun masih belum mendapatkan nilai panjang gelombang maksimum nano/mikro partikel yang diinginkan namun menunjukkan kandungan ion perak pada hasil ekstraksi berbantu ultrasonik

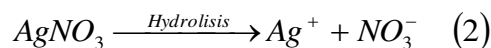


Gambar. Hasil Uji SEM nano/mikropartikel  
*Eucheuma cottonii*

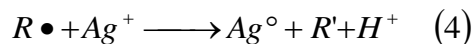
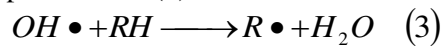
Radiasi ultrasonic menyebabkan pembentukan gelembung kavitasi dalam larutan ketika gelembung mencapai nilai maksimal maka akan terpecah yang akan menyebabkan kenaikan temperature dan tekanan yang dapat merusak ikatan kimia dan formasi dari radikal bebas. pada saat larutan terkena radiasi ultrasonic maka akan mengasilkan radikal  $H\bullet$  and  $OH\bullet$  yang digambarkan pada persamaan berikut :



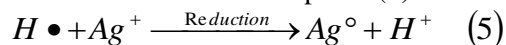
$AgNO_3$  dipisahkan menjadi  $Ag^+$  and  $NO_3^-$  ions dalam larutan seperti persamaan (2). Kemudian bereaksi dengan radikal bebas



Pengaruh tidak langsung dari  $OH\bullet$  radicals radikal bebas di dalam grup biopolymer dari rumput laut dapat dilihat pada persamaan 3  $Ag^+$  membentuk  $Ag^\circ$  dan grup baru ( $R'$ ) persamaan (4).

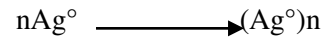
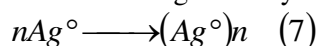


Penambahan dari radikal  $H\bullet$  merupakan agen disebabkan oleh radiasi ultrasonic. Radiasi ultrasonic dapat mengurangi ion perak menjadi zero-valent state dari ion perak (5).



persamaan (6) berhubungan dengan reaksi dari  $Ag^+$  dengan air pada interfacial region antara gelembung kavitasi dan cairan.

Pada persamaan (7) pembentukan atom perak terbentuk oleh radiasi ultrasonic dan membentuk Ag cluster yang relative stabil



$(Ag^\circ)_n$  adalah nano cluster yang mengandung n silver atom setelah radiasi ultrasonic dari  $AgNO_3$  / *K. alvarezii* pada suspense cair, banyak elektron cair ( $eaq^-$ ) terbentuk dan ion  $Ag^+$  ions berubah menjadi  $Ag^-NPs$ .  $(Ag^\circ)_n$  adalah nanoclusters perak yang mengandung atom n perak. Setelah irradiasi sonokimia dari  $AgNO_3$  / *K. alvarezii* suspensi berair, banyak elektron berair ( $eaq^-$ ) diproduksi dan  $Ag^+$  ion dikurangi menjadi  $Ag^-NP$  Proses biosintesis dilakukan dengan mencampurkan ekstrak *Eucheuma Cottonii* berbantu gelombang ultrasonik dengan larutan  $AgNO_3$  1 mM dengan perbandingan (1:5, 1:10,1:15)(V/V).

Hasil Uji SEM menunjukkan struktur partikel yang dihasilkan berbentuk Spherical dengan ukuran 20 mikron. Terbentuknya nano/mikro partikel perak secara umum ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi kuning hingga keunguan atau kecoklatan dari waktu ke waktu ini terlihat pada sampel yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini memperlihatkan adanya perubahan warna dari putih susu menjadi warna ungu dan semakin pekat seiring bertambahnya waktu sintesis. Panjang gelombang maksimum yang dihasilkan dari biosintesis ekstrak *Eucheuma Cottonii* terdapat pada kisaran 285-310 nm.

## SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian pendahuluan dan tahap pertama menunjukkan pengaruh proses pengeringan mempengaruhi adsorbansi dari silver nano/mikro partikel yang dihasilkan, peningkatan kandungan ekstrak senyawa fenol yang dihasilkan menunjukkan hal tersebut

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1995). *Official Methods of Analysis 16th edition*. New York: Arlington, Inc.
- Aslan, L. M. (1998). *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta. Indonesia.
- Ballard, S.A. (2010). *Optimizing the Extraction of Phenolic Antioxidant Compounds From Peanut Skin*. Virginia Polytechnic Institute and State University. Dissertation.

- Banerjee.A., Dasgupta.N and B.De. (2005). In Vitro Study Of Antioxidant Activity of Syzigium Cumini Fruit.*J.Food Chemistry* 90(1): 727-733.
- Bendini.A, Lorenzo.C, Algeria .C.P, Ana. M.G.C, Antonio. S.G, Alberto F.G, Giovanni. L, (2007) Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils: a Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. An Overview of the Last Decade *Molecules* 12: 1679-1719.
- Cho. M, H.S. Lee, Li. J.K , Moo. H.W., San. G.Y. (2011). Antioxidant Properties Of Extract and Fractions From Enteromorpha Prolifera a Type of Green Seaweed.*Food Chemistry* 127 : 999-1006.
- Cocon.**(2012). Status Rumput Laut Indonesia Peluang dan Tantangan ://www.jasuda.net/. accessed 7 Januari 2012.
- Connan. S, Eric. D, Erwan. A.G. (2007). Influence of Day-Night and Tidal cycles On Phenol Content and Antioxidant Capacity In Three Temperate Intertidal Brown Seaweeds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 349: 359-369.
- Copriady. J, Miharty, dan Herdini. (2002). Senyawa Flavonoid dari Kulit Batang Rengas (*Gluta rengas* Linn.). *Jurnal Natur Indonesia*. 4(1):1-6
- Dean. J.R, L. Fitzpatrick and C. Heslop. (1999). *Extraction Methods in Organic Analysis*, A. Handley (Ed). Sheffield Academic Press, 7:166-193.
- Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.(2003). *Pengolahan Rumput Laut Euchema sp.* <http://www.dkp.go.id> Accessed 10 Juli 2012.
- Doty. M.S. (1985). Taxonomy of Economic Seaweeds: *Euchema alvarezii sp.nov* (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. California Sea Grant College Program. 37 – 45.
- Dzomba.P, E.Togarepi, and C. Mahamadi. (2012). In Vitro Assessment Of Antioxidant Potential and Phenolic Capacity of Temnocalyxobovatus Leaves .*African Journal Of biochemistry Research* 6(8) : 98-104.
- Farkas. O, Jakus. J, Heberger. K. (2004). Quantitative Structure-Antioxidant Activity Relationship of Flavonoid Compounds.*Molecules* 9:1079-1088.
- Farmakope Indonesia. (1995). Jakarta. Penerbit Departemen Kesehatan RI :1287.
- Firdausni, Fallisnur dan Diza. Y.H. (2011). Potensi Pigmen Cassiavera Pada Minuman Jahe Instant Sebagai Minuman Fungsional. *Jurnal Litbang Industri* 1(1) : 15-21.
- Ganesan. P , Chandini. S ,Kumar and N. Bhaskar. (2007). Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected Indian red seaweeds fractions obtained from selected Indian red seaweeds. *J Bioresorce Energy* 99(8): 2717–2723.
- Ganesan. P, C.S. Kumar and N. Bhaskar. (2008). Antioxidant Properties Of Methanol Extract and Its Solvent Fractions Obtained From Selected Indian Red Seaweeds. *Bioresource Technol.* 99: 2717-2723.
- Gharavi. N, Susan H and Ayman. O.S, El-Kadi.(2007). Chemoprotective and Carcinogenic Effects of tert-Butylhydroquinone and Its Metabolites *Current Drug Metabolism* 8:1-71.
- Giwangkara. S. E.G. (2006.). *Aplikasi Logika Syaraf Fuzzy Pada Analisis Sidik Jari Minyak Bumi Menggunakan Spetrotometer Infra Merah – Transformasi Fourier (FT-IR)*. Sekolah Tinggi Energi dan Mineral. Skripsi.
- Hagerman. A.E. (2002). *Condensed Tannin Structural Chemistry*. Department of Chemistry and Biochemistry. Miami. University Oxford.
- Han. L, Hai. D.Z, Shi. S.L, Kai. L. (2011). Optimization Of Ultrasound-Assisted Extraction Of Nut Seed And Evaluation Of Antioxidant Activity *in vitro*. *African Journal of Biotechnology* 10(46): 9289-9296.
- Han. D, Tao. Z, and 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
- Harborne, J.B. (1987). *Metode Fitokimia*. Bandung .Institut Teknologi Bandung.



- Harian** Bhirawa. (2012). *Tiga Tahun Terahir, Harga Rumput Laut Turun Terus* <http://www.harianbhirawa.co.id/ekonomi/> Accessed 18 Agustus 2012.
- Heo. S.J, You. J.J, Jehee. L, Hung. T.K and Ki .W.L. (2003). Antioxidant Effect of Enzymatic Hydrolyzate From Kelp, *Ecklonia cava*. *Alage*. 18(4) : 341-347.
- Hernani dan Raharjo.M. (2005). *Tanaman berkhasiat Antioksidan*. Jakarta. Penebar Swadya.
- Herrera .M.C and Decastro. M.D.L. (2005 ). Ultrasound Assisted Extraction Of Phenolic Compounds From Strawberries Prior To Liquid Chromatographic Separation and Photodiode Array Ultraviolet Detection. *Journal Of Chromotography A*. ( 1100) :1-7.
- Howell and Saeed. (1999). *The Effect of Antioxidants on the Production of Lipid Oxidation Product and Transfer of Free Radicals in Oxidized Lipid-Protein System*. New York: CABI publ: 43 – 67.
- Huang. W, Xue. A, Niu. H, Jia. Z, Wang. J.W. (2009). Optimised Ultrasonic assisted Extraction Of flavonoids From *Folium eucommiae* and Evaluation Of Antioxidant Activity In Multi-Test Systems *In Vitro*. *Food Chem*.114: 1147–1154.
- Huma zill e . (2010). *Hydrodiffusion assistée par micro-ondes Nouvelle technique d'ecoextraction d'antioxydants*. Universite d'Avignon Et Des pays De Vaucluse. Thesis.
- Inayah Faidatul. (2011 ). *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Dari Ekstrak Metanol Tanaman Anting Anting (Acalypha indica Linn.)*. UIN Malang, Skripsi.
- Istini Sri, A.zatniko dan Suhaimi.( 1985). *Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta.Lembaga Oseanologi Nasional.
- Jadhav. S.J, Nimbalkar. S.S, Kulkarni. A.D, Madhavi. D.L. (1996) .*Lipid Oxidation In Biological and Food Systems*. In: *Food Antioxidants: Technological, Toxicological, and Health Perspectives (Madhavi, D.L.; Desphande, S.S.; Salunkhe, D.K., Eds.)*. New York.Marcel Dekker Inc.: 5–63.
- Jamal.B, Syarifudin dan Farid.M.(2003). Pengaruh Konsentrasi Larutan Potasium Hidroksida Terhadap Mutu Kappa Karaginan Yang Diekstraksi Dari Euchuema Cottonii. *Jurnal Perikanan Indonesia*.9:95-105.
- Jos Bakti, Bambang .P, Aprianto. (2011). Ekstraksi Oleoresin Dari Kayu manis Berbantu Ultrasonik Dengan Menggunakan Pelarut Alkohol. *Reaktor* 13(4):231-236.
- Kanopa. I.Q.U, Lydia. I.M, Edi. S. (2012). Aktivitas Antioksidan Tepung Pisang Gorocho (*Musa spp*) yang Direndam Dengan Beberapa Rempah-Rempah. *Jurnal Mipa Unsrat1* (1) :29-32.
- Khopkar. S.M. ( 1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kikuzaki. H. and Nakatani. N. (1993). Antioxidant Effects of Some Ginger Constituents.*Journal of Food Science*. 58(6): 1407-1410.
- Kirk-Othmer. (1998). *Encyclopedia of Chemical Technology 4th Ed*.Jhon Wiley10:88.
- Kobus Zbignew. (2006 ). Studies Upon The Ultrasonic Extraction Process On An Example Of Dry Matter Extraction From Dried Carrot, *TEKA Kom Mot Energ roln*. 6 : 101-114.
- Kochhar. S.P. and Russel. J.B. (1990). Detection Estimation and Evaluation of Antioxidants in Food System. In: Hudson B.J.F (ed.) *Food Antioxidant.Elsevier Applied Science*.
- Kojic. A.B , Mirela. P.,Srecko.T, Stela. K.,Ibrahim. M.,Mate. B.,Darko. V. (2011). Effect of Extraction Conditions On the Extractability of Phenolic Compounds From Lyophilised Fig Fruits( *Ficus Carcia L*) *J. Food Nutr sci*.61(3): 195-199.
- Lalopua. V, H. Purnomo, Sukoso dan Aulani'am. (2011). Red Seaweed (Kappahycus Alvarezii DOTY) from Mollucas Island Water As Potential Flavonoid Resource of Natural Antioxidant.*Livestock Research Rular Development* 23(12):1:4.
- Lestario .LN, Stefani.S dan K.H. Timotius. (2008). Aktivitas Antioksidan dan Kadar Fenolik Total Dari Ganggang

- Merah (gracilaria verrucosa). *J Teknol dan Industri Pangan* XIX (2): 131-138.
- Luo.Y.H, Bin. W, Chun.G.Y, You.L.Q and Chuan.L.S. (2010). Evaluation of Antioxidant Activities of Five Selected Brown Seaweeds From China. *Journal Medicinal Plants Research*.4(18): 2557-2565.
- Malthaputri ER.( 2007). *Kajian Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit Kayu Mesoyi (Cryptocaria massoia) Terhadap Bakteri Patogen dan Pembusuk Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Mandade. R, SA Sreenivas, D.M. Sakarkar and Avijit. C. (2011). Radical Scavenging and Antioxidant Activity of *Hibiscus Rosasinensis* Extract. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 1(17): 2027-2034.
- Maqsood S and Soottawat.(2010). Comparative Studies of Four Different Phenolic Compounds on In Vitro Antioxidative Activity and the Preventive Effect on Lipid Oxidation of Fish Oil Emulsion and Fish Mince. *Food Chemistry* 119 (2010) 123–132.
- Marks .D.B, Allan. D.M, Collen. M.S. ( 1996). *Kedokteran Dasar Sebuah Pendekatan Klinis*. Penerbit EGC Jakarta.
- Maulida.R. (2007). *Aktivitas Antioksidan Rumput Laut (Caulerpa Lentillifera)*. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- McCabe. W.L.(1999). *Operasi Teknik Kimia*, Jakarta .Penerbit Erlangga.
- Melecchi. M.I.S, Valéria. F.P, Cláudio. D, Claudia. A.Z, Fernanda .C, Abad, Migdália. M.M, Elina. B.C. (2006). Optimization Of The Sonication Extraction Method Of *Hibiscus tiliaceus* L. Flowers . *J Ultrasonic Sonochemistry* 13(3) : 242-250.
- Meloan.**C.E. (1999). *Chemical Separation. Principle, Techniques and Exprements*. Canada: John Wiley and Sons publication.
- Michalak.A. (2006) Phenolic Coumpound and Their Antioxidant Activity in plants Growing Under Heavy Metal stress. *Polish J.Of Environ Stud* 15(4):523-530.
- Mikova. K ( 2012). The regulation of antioxidants in food Prague Institute of Chemical Technology. <http://www.123foodscience.com>. Asscesed 12 August 2012 .
- Miladi. S and Mohamed .D. (2008). In Vitro Antioxidant activities Of Aloe Vera Leaf Skin Extract. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*.
- Milam. L.J. (2012 ). *Exciting New Research Regarding The Antioxidant Power of Foods and Nutritional Supplements*. Nutrition Research Institute Published :1-6.
- Morelli. L.L.L and M.A. Prado. (2012). Extraction Optimization For Antioxidant Phenolic Compounds In Red Grape Jam Using Ultrasound With A respons Surface Methodology . *Ultrasonic Sonochemistry*. 19 : 1144.
- Muhiedin. F. (2008). *Efisiensi proses Ekstraksi Oleoresin Lada Hitam Dengan Metode Ekstraksi Multi*. Universitas Brawijaya. Skripsi.
- Mussatto.S.I , Lina. F. B, Silvia. M, José. A. T(2011). Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. *Separation and Purification Technology*. 83 : 173–179.
- Nasharudin. (1996). *Patchoili Extraction Using Ultrasonic Extraction Method*. University Malaysia Pahang. Thesis.
- Ock. K.C, Dae. O.K, Nancy. S, David. S, Jae. T.H and Chang. Y.L. (2005). Daily Consumption Of Phenolics and Total Antioxidant Capacity From Fruit and Vegetables In Teh America Diet, *Journal Of The Science Of Food and Agricultur*. 8(5): 1715-1724.
- Pebrianata Eko. (2005). *Pengaruh Pencampuran Kappa Dan Iota Karagenan Terhadap Kekuatan Gel Dan Viskositas Karagenan Campuran*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Skripsi
- Percival.M. (1998). *Antioxidant* .Advance Nutrition. Publication .inc <http://acudoc.com/Antioxidants.PDF>. Accessed 17 Agustus 2012.
- Perva. U.A, Škerget.M, Knez.Z, Weinreich.B, Otto.F, and Gruner.S.( 2006). Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*):



- Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chem.* 96: 597-605.
- Prajapati. N. D, Purohit. S.S, Arun. K.S, Tarun.K.A.H.(2009). Isolation and Characterization of a Heteropolysaccharide From the Corn of *Amorphophallus Campanulatus*. *Carbohydrate Research* 344.
- Qadariyah. L, Mahfud, Novita. D, Cempaka. D.S. (2009). Konversi Gliserol Dengan Gelombang Micro Secara Batch. *Jurnal Teknik Kimia* 4(1): 281-286.
- Race. S.(2009). *Antioxidants The truth about BHA, BHT, TBHQ and other antioxidants used as food additives*. Tigmor Books united kingdoms.
- Republika.** (2012). Mantap, Rumput Laut NTT Go International <http://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/> Accesed 12 Agustus 2012.
- Rodriguez. J.M.L, M.D. Luque .D.C, Perez. J. (2007). Dynamic Superheated Liquid Extraction of Anthocyanins and Other Phenolics From Red Grape Skins of Wine Making Residues. *J Bioresources Technology* 98: 2705-2713.
- Rosulva Indah. (2008). *Pembuatan Agar bacto Dari Rumput Laut Gelidium Sp dengan Khitosan Sebagai Absorben*. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Ruch. R.J, Cheng. S.J, Klaunig. J.F. (1989) Prevention Of Cytotoxicity and Inhibition of Intracellular Communication by Antioxidant Catechins Isolated From Chinese Green Tea. *Carcinogenesis* 10: 1003–1008.
- Rustanti Elly. (2009). *Uji Efektifitas Antibakteri Dan Identifikasi Senyawa Katekin Hasil Isolasi Dari Daun Teh (Camellia Sinensis L. Var Assamica)*. UIN Malang Skripsi.
- Sachin. U.R , Priyanka. R. Patil, Sagar. R.M. (2010). Use of Natural Antioxidants to Scavenge Free Radicals :A Major Cause Of Diseases. *International Journal of Pharm Tech Research* 2(2): 1074-1081.
- Septianingrum. E.R, Faradilla. R.H.F, Ekafitri. R, Murtini. S. dan Perwatasari. (2012). *Kadar Fenol dan Antioksidan Pada Teh Hijau dan Teh Hitam Komersial*. Institut Pertanian Bogor. Skripsi
- Shi. J, Yu J, Pohorly. J.E, Kakuda. Y. (2003). Polyphenolics In Grape Seeds- Biochemistry and Functionality. *J Med Food*. 6(4):291-9.
- Stahl. E. (1985). *Analisis Obat Secara Kromatografi Dan Mikroskopik*. Penerbit ITB. Bandung. Hal 252.
- Sukardi, A.R. Mulyarto, W. Safera. (2007). Optimasi Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Tanin Pada Bubuk Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Folium*) Serta Biaya Produksinya. *Jurnal Teknologi Pertanian* 8(2): 88-94.
- Suptijah. P. (2006). Deskriptif Karakteristik dan Aplikasi Kitin-Kitosan. Dalam Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan. Bogor. Departemen Hasil Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Suresh K., Kumar, K Ganesan PV Subba Rao. (2007). Antioxidant Potential Of solvent Extract Of *Kappaphycus Alvarezii (Doty) Doty* an Edible Seaweed. *J Food Chemistry* 107 : 289-295.
- Suryaningrum. D, Thamrin W dan Hendy K. (2006). Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan Dari Rumput Laut *Halmenia Harveyana* dan *Eucheuma Cottonii*, *Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 1(1):-63.
- Suslick. K. S. (1988). *Ultrasounds: Its Chemical, Physical and Biological Effects*. New York : VHC Publishers.
- Sutono Doddy. (2012). *Ekstrak Rumput Laut (Kappaphycus Alvarezii) Sebagai Cross Linking Agent Pada Pembentukan Edible Film Gelatin Kulit ikan Nilai Hitam (Oreochromis Mossambicus)*. Universitas Gajah Mada. Thesis
- Suyoso. H.C. (2011). *Uji Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Aktif dari Ekstrak Tanaman Anting-Anting (Acalypha indica L)*. UIN Malang. Skripsi
- Tahir. I., Karna. W, Bambang. P, Dinni. W. (2003). QSAR Study Of Flavone/Flavonol Analogues As the Antiradical Compounds Based on Hansch Analysis. *Indonesian Journal of Chemistry* 3(1) :48-54.

- Tuvikene.R. (2009 ). *Functional Dependencies Of The Chemical Composition And Structures In The Baltic Sea Alga Communities*. Tallin University.Estonia Thesis.
- Ullah. J, Mian. H, Taufiq. A, M. Ayub dan M. Zafarullah .(2003)Effect Of Light Natural and Synthetic Antioxidant On Stability Of Edible Oil and Fats. *Asian Journal Of Plant Science*. 2(17-24):1192-1194.
- Usman .D.S.B. (2010). *Karakteristik dan Aktivitas antioksidan Bunga Rosela Kering(Hibiscus sabdariffa L.)*.Universitas Pembangunan Nasional Veteran.Skripsi
- Usman. D. S. B (2010). *Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Bunga Rosela Kering (Hibiscus sabdariffa L.) Universitas Pembangunan Nasional Veteran* .Skripsi
- Uzunalić. P.A, M. Škerget. Ž. Knez. B. Weinreich. F. Otto and S. Grüner. (2006). Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *J Food Chem*.96: 597-605.
- Vasavada. M.N, Dwivedi. S, Cornforth. D. (2006). Evaluation Of Garam Masala Spices and Phosphates As Antioxidants In Cooked ground beef. *J. Food Sci*. 71(5), C292-C297.
- Voight. R. (1994). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Yogyakarta .Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Wallailuck. B, Yuwadee.P, Duangta.K, Jeereporn. P, Chayakorn. P, Utan. J, Doungporn.A, Thidarat.N and Panmuk. V. (2011). Antioxidant Activity of some Seaweed from the Gulf of Thailand.*International Journal of Agricultur and Biology* : 95–99.
- Wang. T, Rosa. J. and Gudrun .O.D. (2009). Total Phenolic Compounds, Radical Scavenging and Metal Chelation Of Extracts From Icelands Seaweed,*J Food Chemistry* 116: 240-248.
- Wardiah. N.A. (2009).*Efek bawang putih (Allium sativum) dan Cabe Jawa (Piper retrofractum Vahl.) Terhadap Jumlah Limfosit Pada Tikus Yang Diberi Suplemen Kuning Telur*.Fak.Kedokteran.Univeristas Diponegoro.Skripsi
- Wibowo.W.A, Catur.E.W, Much.A.K, dan Sojan .F.(2008). Rancangan Bangun Pengatur Cermin Sebagai Komponen Gerak Interferometer Pada Spektroskopi FTIR .*Berkala Fisika*.11(3):79-87.
- Winarsih. (2007). *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*.Yogyakarta.Penerbit Kanisius, 13-81.
- Wiyarno. B, Rosli. M.Y, Maizirwan.M. (2010) Ultrasound Extraction Assisted (UEA) Of Oil From Microalgae (Nannochloropsis), *International Journal Of science Engineering and Technology* 3(1): 55-59.
- Yatarif.N.W. (2008).*Karakterisasi Sinyal Akustik Untuk Mendeteksi Keabnormalan*
- Yuan Y.V, Natalie.A.W. (2006). Antioxidant and Antiproliferative Activities Of Extracts From a Variety Of Edible Seaweed,*Food and Chemistry Technology* 44 :1144-1150.
- Yumiko.Y.S, Hsieh. Y.P, Suzuki. T. (2003) Distribution Of flavonoid and Related Compounds Seaweed In Japan, *Jurnal Of Tokyo University Fisheries*89 :1-6.
- Zada Almira. (2009). *Pengaruh Diet Rumput Laut Euchuema sp. Terhadap Jumlah Eritrosit Tikus Wistar Dengan Diabetes Aloksan*. Universitas Diponegoro.Skripsi
- Zhou. G, Sun. Y, Xin .H, Zhang. Y, Li. Z and Xu .Z. (2004). In Vivo Antitumor And Immunomodulation Activities Of Different Molecular Weightlambda-Carrageenans From Chondrus Ocellatus. *Pharmacol Res*. 50:47–53.