

Kualitas Ekstrak Karaginan Dari Rumput Laut “*Kappaphycus alvarezii*” Hasil Budidaya Di Perairan Pantai Kartini Dan Pulau Kemojan Karimunjawa Kabupaten Jepara

Endang Supriyantini, Gunawan Widi Santosa, Agus Dermawan*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698
Email: agusdermawan87@yahoo.com

Abstrak

Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut merah jenis *Kappaphycus alvarezii*. Karaginan dapat digunakan untuk meningkatkan kestabilan bahan pangan baik yang berbentuk suspensi (dispersi padatan dalam cairan), emulsi (dispersi gas dalam cairan). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui Kualitas ekstrak karaginan hasil ekstraksi rumput laut *K. alvarezii* dari dua lokasi sampling yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 sampai bulan Januari 2016, di perairan Pantai Kartini, Jepara dan perairan Kemojan Karimunjawa, Jepara. Hasil penelitian menunjukkan analisis spektra FTIR produk telah memenuhi spesifikasi karaginan standar karena gugus-gugus fungsi yang terdapat pada spektrum sampel yang dihasilkan sama seperti gugus pada kappa karaginan yaitu gugus ester sulfat, OH, ikatan glikosidik. Hasil analisis sifat fisik-kimia karaginan (rendemen, kadar air, kadar abu, kadar sulfat, viskositas, dan kekuatan gel) yang paling baik yaitu karaginan dari perairan Kemojan Karimunjawa dibandingkan karaginan Pantai Kartini. Kadar sulfat Pantai Kartini dan Kemojan Karimunjawa masih dibawah kadar mutu yaitu 15-40 %, Sedangkan kekuatan gel kedua perairan yaitu Kemojan Karimunjawa 78,57 g.cm⁻² dan Pantai kartini 61,86 g.cm⁻² masih jauh di bawah baku mutu yaitu 685,50 g.cm⁻².

Kata Kunci: Ekstrak Karaginan, *Kappaphycus alvarezii*, Pantai Kartini, Kemojan Karimunjawa.

Abstract

Carrageenan is a hydrocolloid compounds extracted from red seaweed types Kappaphycus alvarezii. Carrageenan can be used to improve the stability of food in the form of suspension or emulsions. The purpose of this study was to determine the quality of the extract of carrageenan extracted from K. alvarezii at two different sampling locations. This research was conducted in August, 2015 and January, 2016. Samples of seaweed obtained from two different waters, namely Kartini Beach and Kemojan Karimunjawa Island, both at Jepara regency. The results showed the FTIR spectra analysis of the product met the specifications for a standard carrageenan functional groups contained in the sample spectrum as expressed in clusters of kappa carrageenan namely sulphate ester group, OH, glycosidic bond. The results of analysis of the physical-chemical properties of carrageenan (yield, moisture content, ash content, sulphate content, viscosity and gel strength) the best quality of carrageenan was obtained from carrageenophyte taken from Kemojan Karimunjawa Island, although sulphate content from two different waters was under quality level at 15 – 40%, while the gel strength kartini 61.86 g.cm⁻² and Kemojan 78.57 g.cm⁻² both were still far below the of carrageenophyte quality at 685.50 g.cm⁻².

Keywords : carrageenan extract, *Kappaphycus alvarezii*, Pantai Kartini, Kemojan Karimunjawa.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumberdaya hayati laut yang melimpah dan tersebar luas. Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya yang berhubungan dengan potensi ekonomi. Nilai ekonomi ini sebagai penghasil agar (agarofit), alginat (alginofit), dan karaginan (karaginoFit) (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut merah jenis *K. alvarezii*. Karaginan dapat digunakan sebagai penstabil, pengemulsi, pengental. Karaginan sebagai penstabil karena mengandung gugus sulfat yang bermuatan negatif disepanjang rantai polimernya dan bersifat hidrofilik yang dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya (Suryaningrum *et al.*, 2002).

*Corresponding author
buloma.undip@gmail.com

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 15-08-2017
Disetujui/Accepted : 20-09-2017

Sifat hidrofilik ini dengan penambahan karaginan dalam produk emulsi akan meningkatkan viskositas sehingga menjadi stabil.

Perbedaan kualitas produksi dan karakteristik morfologi rumput laut pada beberapa lokasi budidaya dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor genetik. Setiap Perairan mempunyai karakteristik dan kualitas yang berbeda, yang akan berpengaruh pada kualitas dan sifat fisika-kimia (Anggadiredja *et al.*, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas karaginan hasil ekstraksi rumput laut *K. alvarezii* dari dua lokasi yang berbeda, di Pantai Kartini dan Kemojan Karimunjawa. Parameter yang diambil yaitu kualitas karaginan dan parameter lingkungan.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian yaitu rumput laut *K. alvarezii* yang berasal dari budidaya rumput laut di Pantai Kartini dan Kemojan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. Bahan pembantu yang digunakan seperti KOH teknis, NaOCl, akuades, dan air tawar.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 sampai bulan Januari 2016. Pengambilan sampel rumput laut *K. alvarezii* dilakukan di Pantai Kartini dan Kemojan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. Proses preparasi dan pembuatan ATC (*Alkali Threatened Cottonii*) karaginan dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Sifat fisika-kimia karaginan dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Unika Soegijapranata. Perhitungan fosfat, nitrat dilakukan di

Laboratorium Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi (BPIK) Semarang dan untuk mengetahui sampel tersebut merupakan karaginan jenis kappa di lakukan analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*) di Laboratorium Jurusan Kimia Universitas Diponegoro.

Pembuatan ATC karaginan berdasarkan prosedur Basmal *et al.* (2002) yang dimodifikasi oleh Ibrahim *et al.* (2014). Sampel *K. alvarezii* yang telah dikeringkan ditimbang 1 kg dan dipotong berukuran 2-4 cm, selanjutnya dicuci dengan air tawar. Sampel diberi larutan KOH 8%, perbandingan 1:6, kemudian dipanaskan pada suhu 80 °C selama \pm 2 jam. Sampel dicuci kembali dengan air tawar hingga pH \pm 9, kemudian direndam dengan larutan kaporit 0,5% selama \pm 1,5 jam. Kemudian dicuci sampai bau kaporitnya hilang. Selanjutnya sampel dikeringkan selama 3-4 hari. Hasil dari proses ini berupa *chip* ATC, kemudian diblender untuk menghasilkan tepung karaginan (RC).

Analisis Sifat Fisika-Kimia karaginan yang dilakukan antara lain rendemen, kadar air, kadar abu, kadar sulfat, viskositas, dan kekuatan gel.

Analisi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsi dalam suatu molekul. (Khan, 2002). Identifikasi komposisi kimia karagenan menggunakan spectrometer Shimadzu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang telah diukur di lokasi penelitian pada perairan Pantai Kartini dan Kemojan Karimunjawa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Parameter Lingkungan	Pantai Kartini	Kemojan , Karimunjawa,	Baku Mutu
DO (mg/L)	7,1 – 7,3	4,5 – 5,0	> 4 *
Temperatur (°C)	33,9	30,1 – 30,7	27 – 30 **
Salinitas (ppt)	30 – 33	31 – 35	30 – 37 **
pH	7,9 – 8,1	8,0 – 8,2	7,0 - 8,5**
Kecerahan (%)	37 - 40	43 – 45	< 50 ***
Kecepatan arus(m/s)	0,21-0,26	0,30 – 0,35	0,2 - 0,4 *
Nitrat (mg.L ⁻¹)	0,4322	0,3644	0 – 5 ***
Fospat (mg.L ⁻¹)	0,0132	0,0179	0,015****
Jenis Substrat	Lumpur	Lumpur berpasir	Pecahan karang, pasir kasar

Ket : * : (Indriani dan Sumiarsih, 1991)

** : (Aslan, 1991)

*** : (Effendi, 2003)

**** : (KepMen No.51/2004)

Analisis Fisika – Kimia Karaginan

Analisis fisika dan kimia karaginan pada perairan Pantai Kartini dan Kemojan Karimun Jawa disajikan pada Tabel 2.

Hasil perhitungan diperoleh kualitas karaginan yang telah didapatkan dihubungkan dengan parameter perairan yang telah diukur dilapangan. Dari kedua lokasi penelitian analisis kualitas karaginan yang terbaik yaitu di Kemojan dibandingkan Pantai Kartini. Namun beberapa parameter lingkungan hasilnya lebih tinggi di Pantai Kartini dibandingkan Kemojan, seperti DO, nitrat, dan Phosphat, hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan waktu pengambilan sampel di pantai kartini pada pagi hari dan di kemojan pada sore hari. Nilai nitrat pada Pantai Kartini lebih tinggi, sedangkan nilai phosphat sama di kedua perairan. Perbedaan nilai ini akan berpengaruh terhadap metabolisme serta reproduksi dari rumput laut tersebut (Sastrawijaya, 1991).

Hasil penelitian menunjukkan rendemen karaginan dari perairan Kemojan sebesar 58,24%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan hasil dari perairan Pantai Kartini sebesar 53,16%. Nilai rendemen dari kedua lokasi ini masih memenuhi standar persyaratan minimum rendemen karaginan (FAO). Perbedaan nilai rendemen dari kedua lokasi tersebut diduga dipengaruhi oleh kondisi perairan yang berbeda seperti kecepatan arus, kecerahan, kandungan fosfat dan nitrat. Rendemen karaginan dari perairan Kemojan lebih baik dibandingkan dengan perairan Pantai Kartini, karena arus di perairan Kemojan lebih besar yaitu berkisar 0,30 – 0,35 m.s⁻¹ dibandingkan dengan perairan Pantai Kartini sebesar 0,21 – 0,26 m.s⁻¹. Anggadiredja *et al.* (2006) standar kuat arus untuk budidaya rumput laut *K. alvarezii* adalah sebesar

0,2 – 0,4 m.s⁻¹. Arus di kedua perairan sudah sesuai dengan kondisi perairan untuk budidaya. Semakin kuat arusnya, maka pertumbuhan semakin baik karena nutrisi yang dibawa arus dari perairan semakin banyak yang masuk, sehingga melancarkan metabolisme. Proses metabolisme mendukung pertumbuhan terutama terhadap kandungan karaginan (Sinaga, 1999). Arus juga memberi keuntungan lain kepada budidaya rumput laut yaitu dapat membersihkan kotoran dan endapan yang menempel, serta membersihkan hama.

Kecerahan berpengaruh terhadap rendemen karaginan. Hal ini diduga energi dari sinar matahari dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Proses fotosintesis akan berpengaruh pada kandungan karaginan. Kecerahan di perairan Kemojan lebih baik yaitu 43 – 45 %, dibandingkan dengan perairan Pantai Kartini Jepara yaitu 37- 40 %. Data kecerahan dari kedua perairan masih dalam batas optimum untuk budidaya rumput laut yaitu < 50 % (Effendi, 2003).

Phosphat dan nitrat merupakan faktor yang menentukan produktivitas primer suatu perairan yang dapat menentukan tingkat kesuburan suatu perairan (Effendi, 2003). Kandungan phosphat di kedua lokasi penelitian tidak berbeda (Pantai Kartini 0,013 mg.L⁻¹ & Kemojan 0,017 mg.L⁻¹), hasil ini masih sesuai dengan standar baku mutu phosphat untuk biota laut menurut (KepMen No.15/2004) yaitu 0,015 mg.L⁻¹.

Kandungan nitrat pada perairan Pantai Kartini yaitu 0,432 mg.L⁻¹ lebih tinggi dibandingkan di perairan Kemojan yaitu 0,364 mg.L⁻¹. Hal ini diduga perairan Pantai Kartini mendapat masukan dari aktivitas masyarakat sehingga kadar nitratnya cenderung lebih tinggi.

Tabel 2. Karakteristik Karaginan dari perairan Pantai Kartini Kab. Jepara dan Pulau Kemojan, Karimun Jawa, Jepara (\pm SD, n = 3)

Parameter Analisis	Lokasi Perairan		Baku Mutu
	Pantai Kartini	Kemojan Karimun Jawa	
Rendemen (%)	53,16	58,24	25 *
Kadar Air (%)	11,04 \pm 0,56	14, 23 \pm 0,05	Maks.12 **
Kadar Abu (%)	19,45 \pm 0,19	18,37 \pm 0,25	15-40 ***
Kadar Sulfat (%)	10,07 \pm 0,67	10,22 \pm 1,45	15-40 ***
Viskositas (cPs)	12,7 \pm 0,28	18 \pm 0,5	Min. 5 *
Kekuatan Gel (g/cm ²)	61,86 \pm 5,1	78, 57 \pm 12,26	685,50 ****

Ket : * : Food Agriculture Organization (FAO)
 ** : Food Chemical Codex (FCC)
 *** : European Economic Community (EEC)
 **** : A/S Kobenhvns Pektifabrik (1978)

Namun demikian kadar nitrat dari kedua perairan tersebut masih berada pada kisaran standar baku mutu yaitu 0–5 mg.L⁻¹ (Effendi, 2003).

Uji kadar air karaginan untuk mengetahui kandungan air dalam karaginan. Kadar air berpengaruh terhadap daya simpannya karena adanya aktivitas mikrobiologi. Kadar air dari hasil penelitian yaitu pada perairan Pantai Kartini sebesar 11,04% ± 0,56% lebih rendah dibandingkan dengan perairan Kemojan yaitu 14,23% ± 0,05%. Hasil ini menunjukkan sampel perairan Pantai Kartini yang memenuhi kisaran standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum 12%, namun karaginan dari perairan Kemojan masih termasuk dalam standar karaginan komersil yaitu sebesar 14,34% ± 0,25% (Hakim, 2011). Kadar air karaginan berhubungan dengan umur panen, yaitu semakin lama umur panen maka kadar air karaginan makin tinggi (Harun, 2013). Umur panen rumput laut *K. alvarezii* di kedua lokasi berumur sama yaitu 45 hari.

Uji kadar abu karaginan dari perairan Pantai Kartini sebesar 19,45% ± 0,19%, sedangkan dari perairan Kemojan adalah 18,37% ± 0,25%. Kadar abu karaginan dari kedua lokasi penelitian sudah sesuai dengan standar kadar abu karaginan yang ditetapkan oleh FAO sekitar 15 – 40%.

Kadar abu dipengaruhi oleh banyaknya kandungan mineral dan tinggi rendahnya salinitas (Sukri, 2006). Hasil pengukuran salinitas perairan di Kemojan lebih tinggi yaitu 31 – 35 ppt, sedangkan salinitas perairan Pantai Kartini 30 – 33 ppt. Rendahnya salinitas di Pantai Kartini diduga karena lokasi budidaya perairan Pantai Kartini yang berada di daerah sekitar permukiman penduduk sehingga banyak masukan air tawar dari daratan, sedangkan lokasi budidaya di Kemojan berada di laut lepas sehingga salinitas cenderung lebih tinggi. Anggadiredja *et al.* (2006) mengatakan lokasi budidaya diusahakan jauh dari muara sungai karena dapat menurunkan salinitas.

Salinitas di perairan Kemojan lebih tinggi dibandingkan dengan salinitas di perairan Pantai Kartini. Hal ini diduga unsur makro (N, P, K, Mg, Ca, S) dan mikro (Cu, Zn, Fe, Mn, Cl) yang ada di perairan Kemojan akan lebih banyak diserap oleh rumput laut, sehingga meningkatkan kadar abu karaginan hasil ekstraksi rumput laut tersebut. Namun pada kenyataannya hasil kadar abu rumput laut di perairan Pantai Kartini lebih tinggi dibandingkan perairan Kemojan. Tingginya kadar abu ini diduga dipengaruhi oleh letak budidaya rumput laut yang dekat dengan sumber aktivitas masyarakat di darat, dimana perairan

tersebut banyak mendapat masukan mineral dari daratan. Menurut Santoso *et al.* (2004), rumput laut mudah menyerap mineral-mineral yang berasal dari lingkungan.

Uji kadar sulfat karaginan dari dua perairan yaitu pada perairan Pantai Kartini sebesar 10,07% ± 0,67%, sedangkan pada perairan Kemojan sebesar 10,22% ± 1,45%. Hasil penelitian belum memenuhi standar kadar sulfat yang ditetapkan oleh FAO, FCC, dan EEC yaitu berkisar 15 – 40% dengan kategori kadar sulfat rendah. Kandungan sulfat dapat menghambat pembentukan gel sehingga polimer berbentuk sol, sedangkan kandungan 3,6-anhidro-D-galaktosa menyebabkan sifat beraturan dalam polimer dan berpotensi membentuk double helix (McHugh, 2003).

Basmal *et al.* (2002) mengatakan tingginya kadar sulfat menyebabkan terputusnya ikatan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Kadar sulfat berhubungan dengan viskositas dan kekuatan gel. Semakin tinggi kadar sulfat akan meningkatkan viskositas karaginan, namun akan menurunkan kekuatan gelnya dan sebaliknya (Syamsuar, 2006). Viskositas di perairan Kemojan sebesar 18 cPs ± 0,5 cPs lebih tinggi dibandingkan dengan perairan Pantai Kartini sebesar 12,7 cPs ± 0,28 cPs. Nilai viskositas ini masih memenuhi standar persyaratan minimum viskositas karaginan yang ditetapkan oleh FAO, yaitu minimal bernilai 5 cPs. Nilai viskositas berbanding lurus dengan kandungan sulfat karaginan. Semakin tinggi kandungan sulfat karaginan maka viskositasnya juga tinggi. Pine *et al.* (1988), mengatakan kandungan sulfat yang tinggi dalam polimer karaginan dan kelebihan kation K⁺ menyebabkan meningkatkan nilai kekentalannya. Hasil ini diduga disebabkan semakin tinggi sulfat, gaya tolak-menolak antar ester sulfat yang bermuatan sama (negatif) di sepanjang rantai polimer kaku dan tertarik, sehingga molekul air terikat pada molekul karaginan yang mengakibatkan peningkatan viskositas (Rasyid, 2003). Hasil ini berbeda dengan hasil yang diperoleh, karena kadar sulfat karaginan hasil penelitian rendah maka yang dihasilkan juga rendah (Syamsuar, 2006).

Nilai viskositas berbanding terbalik dengan kekuatan gel, bila nilai viskositasnya meningkat terjadi penurunan nilai kekuatan gel. Hal ini disebabkan adanya gugus sulfat, semakin tinggi sulfatnya nilai viskositasnya juga semakin tinggi (Towle, 1973).

Kekuatan gel karaginan hasil ekstraksi rumput laut *K. alvarezii* di perairan Kemojan yaitu 78,57 g.cm⁻² ± 12,26 g.cm⁻² lebih besar

dibandingkan dengan kekuatan gel karaginan di perairan Pantai Kartini yaitu sebesar $61,86 \text{ g.cm}^{-2} \pm 5,1 \text{ g.cm}^{-2}$ (Tabel 3). Kekuatan gel dari kedua perairan tersebut menurut A/S Kobenhvns Pektifabrik (1978) jauh memenuhi standar kekuatan gel komersial yaitu $685,50 \text{ g.cm}^{-2} \pm 13,43 \text{ g.cm}^{-2}$. Namun diduga kekuatan gel juga dapat dilihat dari pertumbuhan panjang thallus dan jumlah cabang rumput laut, sedangkan kualitas kandungan kekuatan gel berhubungan dengan kadar karaginan, kadar karaginan berasal dari thallus rumput laut yang telah dipanen, sebaiknya dilakukan pemanenan rumput laut pada umur 1,5 bulan atau 45 hari (Doty, 1986). Kekuatan gel juga di pengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu arus, dimana arus di perairan Kemojan lebih tinggi yaitu berkisar antara 0,30 – 0,35 m/s dibandingkan perairan Pantai Kartini sebesar 0,21 – 0,26 m/s (Tabel 2).

Mineral dan nutrien yang ada di perairan akan semakin banyak terbawa dan masuk ke dalam alga dengan semakin besar arus. Menurut Effendi (2003) arus merupakan faktor yang penting dalam membantu pertumbuhan rumput laut, yaitu untuk difusi zat hara, selain itu arus juga dapat membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada thallus.

Doty (1986) mengatakan kekuatan gel juga berhubungan dengan parameter kualitas air yaitu pH, kekuatan gel akan meningkat apabila terjadi peningkatan pH perairan. Kandungan pH di Kemojan dan Pantai kartini yaitu masing-masing 8,0 – 8,2 dan 7,9 – 8,1, sedangkan kekuatan gelnya di Perairan Kemojan yaitu $78, 57 \pm 12,26 \text{ g.cm}^{-2}$ lebih tinggi dibandingkan Pantai Kartini yaitu $61,86 \pm 5,1 \text{ g.cm}^{-2}$.

Pembentukan gel pada karaginan merupakan pengendapan yang melibatkan ikatan ionik antara kation logam tertentu dengan muatan negatif dari gugus ester sulfat. Apabila jumlah grup ester sulfat lebih banyak, maka sulfat tersebut akan berikatan dengan air. Oleh karena itu, jika kandungan sulfat pada karaginan tinggi, maka kerangka tiga dimensi yang terbentuk banyak menyerap air. Gel karaginan yang seperti ini apabila diberi tekanan akan sulit untuk mempertahankan bentuknya sehingga nilai kekuatan gelnya rendah (Suryaningrum, 1988).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis sifat fisik dan kimia (rendemen, kadar air, kadar abu, kadar sulfat, viskositas, dan kekuatan gel) dapat disimpulkan bahwa kualitas karaginan hasil ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang

berasal dari perairan Kemojan Karimunjawa lebih baik dibandingkan karaginan yang berasal dari perairan Pantai Kartini Jepara.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih sebanyak - banyaknya kepada Reviewer, staff laboratorium terpadu Universitas Diponegoro Semarang, staff laboratorium BPIK Semarang, staff laboratorium teknologi pangan UNIKA, dan staff laboratorium Teknik Kimia Universitas Diponegoro serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A/S Kobenhvns Pektifabrik. 1978. Carrageenan. Lilleskensved. Denmark. Hlm 156-157.
- Anggadiredja, J., Zalnika T.A. dan Prayugo. S. 2006. Rumput laut. Penebar Swadaya, Jakarta, 148 hlm.
- Anggadiredja, J.T., Achmad Z., Heri P., dan Sri, I. 2010. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. Halaman 14-19, 26-39, 52-60, 65.
- Aslan, L. M. 1998. Budi Daya Rumput Laut. Kanisius. Yogyakarta. 89 hlm.
- Badan Standar Nasional, 2006. Standar Nasional Indonesia. SNI-01-2354.1-2006. Pengujian Kadar Air, Balai Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan Perikanan, Jakarta. 16 hlm.
- Basmal, J., Aji N., Gunawan B. dan Purdiwoto. B. 2002. Sifat- Sifat Fisika Kimia Rumput Laut Penghasil Agar, Alginat, Karaginan. Pusat Riset Pengelolaan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 76 hlm.
- Doty, MS. 1986. Biotechnological and Economic Approaches to Industrial Development Based on Marine Algae in Indonesia. Whorkshop on Marine Algae Biotechnology. Summary Report : National Academic Press. Washington DC. Hlm 31-34.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 258 hlm.
- Food Marine Colloids Corp. 1977. Carrageenan. Marine Colloid Monograph Number One. Springfield New Jersey. USA : Marine Colloid Division FMC Corporation. Hlm 23-29.
- Hakim, A.R., 2011. Pengaruh Perbandingan Air Pengekstrak, Suhu Presipitasi, dan Konsentrasi Kalium Klorida terhadap Mutu Karaginan. Jurnal Pasca Panen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol.6, No.1. 11 hlm.

- Harun, M., 2013. Karakteristik Fisika Kimia Karaginan Rumput Laut Jenis *Kappaphycus alvarezii* pada Umur Panen yang Berbeda di Perairan Desa Tihego Kabupaten Gorontalo Utara, Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Vol.1, No. 1. 12 hlm.
- Ibrahim, A.K, E. Supriyantini, dan AB Susanto. 2014. Kajian Sifat Fisika Kimia Karaginan Hasil Ekstraksi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Doty Dalam Pembuatan Cincau Hitam. Journal Of Marine Research. Universitas Diponegoro. Semarang. 9 hlm.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut 1/24/2004
- Khan, MY and Jain, PK. 2002. Management Accounting: Third Edition Tata McGraw-Hill. New Delhi. Edisi 3. 657 hlm
- McHugh, D.J. 2003. A Guide to The Seaweed Industry. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. No. 441, 105 hlm
- Pine, SH., Hendrikson. JB., Cran. DJ dan Hammond. GS. 1988. Organic Chemistry. Diterjemahkan oleh Rochyati J, Sasanti W Purbo-Hadiwidjoyo. Terbitan Keempat. Institut Teknologi Bandung : Bandung. 617 hlm.
- Rasyid, A. 2003. Alga Coklat (Phaeophyta) sebagai Sumber Alginat, Oseana. Vol XXVIII. No. 1. Hlm 33-38
- Sinaga, T. 1999. Struktur Komunitas Rumput Laut di Perairan Rataan Terumbu Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. IPB, Bogor. 79 hlm.
- Syamsuar, 2006. Karakteristik Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Eksteraksi. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 86 hlm.
- Towle GA.1973. Carrageenan. dalam Whistler RL (ed). Industrial Gums. Academic Press, New York. Hlm 83-114.
- Santoso, J., Yoshie, Y., dan Suzuki T. 2004. Mineral, Fattyacid and Dietary Fiber Compositions in Several Indonesia Seaweeds. Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. 11(1): Hlm 45–51.
- Sastrawijaya, A. T., 1991. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta, Jakarta. 273 hlm.
- Sukri N., 2006. Karakteristik Alkali Tread cottonii (ATC) Dan Karaginan Dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Pada Umur Panen Yang Berbeda. Program Studi Teknologi Hasil Perikana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 61 hlm.
- Suryaningrum, T.D. 1988. Kajian Sifat-Sifat Mutu Komoditas Rumput Laut Budidaya Jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 181 hlm.
- Suryaningrum., T.D., Murdinah. dan Arifin M. 2002. Penggunaan Kappa-Karaginan sebagai Bahan Penstabil pada Pembuatan Fish Meat Loaf dari Ikan Tongkol (*Euthynnus pelamys*. L). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Edisi Pasca Panen. Vol 8, No 6. Hlm 33-43.