

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KARAGINAN BERDASARKAN UMUR PANEN YANG BERBEDA DARI PERAIRAN BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

Andi Noor Asikin, Indrati Kusumaningrum*

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, Universitas Mulawarman
Jalan Gunung Tabur, Kampus Gunung Kelua Samarinda

*Korespondensi: iinklaten81@gmail.com

Diterima: 13 Januari 2019 /Disetujui: 6 April 2019

Cara sitasi: Asikin AN, Kusumaningrum I. 2019. Karakteristik fisikokimia karaginan berdasarkan umur panen yang berbeda dari perairan Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(1): 136-142.

Abstrak

Umur panen yang tepat sangat menentukan karakteristik sifat fisikokimia karaginan yang terkandung didalam rumput laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik fisikokimia karaginan yang diekstrak dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada berbagai umur panen dari perairan Bontang, Kalimantan Timur. Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan umur panen yaitu 30; 35; 40; 45; 50; 55 dan 60 hari. Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas dan kekuatan gel. Rendemen karaginan tertinggi diperoleh pada umur panen 50 hari (46,91%), viskositas tertinggi pada umur panen 55 hari (50,25 cP), dan kekuatan gel tertinggi pada umur panen 40 hari sebesar 60,14 g/cm².

Kata kunci : *Kappaphycus alvarezii*, kekuatan gel, rendemen, viskositas

Physicochemical Characteristics of Carrageenan Based on Different Harvesting Times From Bontang Coastal, East Kalimantan

Abstract

Proper harvesting time determines the physicochemical characteristics of carrageenan. The purpose of this study was to determine the physicochemical characteristics of carrageenan extracted from *Kappaphycus alvarezii* at various different harvesting times from the Bontang Coastal, East Kalimantan. This study consisted of 7 treatments at the harvesting times, which were harvested at 30; 35; 40; 45; 50; 55 and 60 days. The parameters observed included yield, moisture content, ash content, viscosity and gel strength. The results showed the highest yield at the age of 50 days of harvest (46.91%), the highest viscosity at the age of 55 days harvest (50.25 cP), and the highest gel strength at 40 days of harvesting at 60.14 g/cm².

Keywords: gel strength, *Kappaphycus alvarezii*, viscosity, yield

PENDAHULUAN

Kappaphycus alvarezii merupakan salah satu jenis rumput laut yang dibudidayakan di wilayah pesisir Kalimantan Timur. Kabupaten Bontang merupakan salah satu Kabupaten di Kalimantan Timur yang memiliki potensi besar terhadap perkembangan budidaya rumput laut. Kegiatan budidaya rumput laut dilakukan di wilayah-wilayah pesisir dengan teknik budidaya sederhana tanpa memperhatikan kualitas air sebagai media

budidaya, umur panen yang bervariasi dan cara penanganan pasca panen yang kurang memadai, sehingga kualitas rumput laut yang dihasilkan masih rendah.

Pengolahan pascapanen rumput laut masih terbatas pada pengeringan rumput laut dan pengolahan menjadi produk lokal misalnya manisan, dodol, permen dan puding. Pengolahan rumput laut dengan sentuhan teknologi dapat meningkatkan nilai ekonomis rumput laut, salah satunya

pembuatan karaginan. Karakteristik karaginan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya, metode ekstraksi, jenis dan konsentrasi pelarut, serta umur panen rumput laut. Penentuan umur panen yang tepat dapat menghasilkan karaginan yang bermutu baik.

Kebutuhan industri terhadap karaginan yang tinggi memberikan peluang besar untuk menghasilkan produk karaginan yang diikuti dengan meningkatnya budidaya rumput laut di wilayah-wilayah pesisir di Kalimantan Timur. Pengolahan rumput laut di wilayah pesisir hingga saat ini masih terbatas pada pengolahan rumput laut kering dan produk lokal dengan nilai jual yang rendah. Santoso *et al.* (2007) menjelaskan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya mutu karaginan adalah umur panen rumput laut yang berbeda-beda. Petani rumput laut perlu mengetahui umur panen yang tepat sehingga dapat menghasilkan rumput laut dengan kualitas karaginan terbaik. Oleh karena itu penting sekali mengkaji mutu karaginan pada berbagai umur panen untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

Umur panen yang tepat sangat menentukan karakteristik sifat fisika kimia karaginan yang terkandung didalam rumput laut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa umur panen sangat menentukan sifat karaginan yang dihasilkan. Harun *et al.* (2013) melaporkan karakteristik karaginan terbaik ditemukan pada umur panen 30 hari, Wenno *et al.* (2012) melaporkan karaginan terbaik diperoleh pada umur panen 50 hari. Faktor lain yang ikut menentukan kualitas karaginan adalah metode ekstraksi yang digunakan. NaOH dan KOH adalah jenis pelarut alkali yang biasa digunakan untuk mengekstraksi rumput laut.

Hidayah *et al.* (2013) menjelaskan bahwa ekstraksi karaginan menggunakan bahan pelarut kalium hidroksida dapat menghasilkan rendemen yang tinggi karena kation K^+ dari kalium hidroksida akan bersenyawa dengan rangkaian polimer karaginan dan membentuk kappa karaginan. Selain itu, pelarut basa jenis kalium hidroksida dapat menghasilkan karaginan dengan sifat kekuatan gel yang lebih baik dibandingkan natrium hidroksida.

Kualitas karaginan selain dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan juga dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pelarut yang digunakan. Konsentrasi bahan pelarut sangat menentukan rendemen yang dihasilkan. Asikin *et al.* (2015), dalam penelitiannya memperoleh rendemen dan karakteristik karaginan terbaik pada konsentrasi bahan pelarut KOH (kalium hidroksida) 7% (b/v).

Faktor penting lainnya yang menentukan kualitas karaginan yaitu umur panen rumput laut (Wenno *et al.* 2012). Penelitian mengenai kualitas karaginan dari rumput laut asal pesisir Kota Bontang masih sangat terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian terutama mengenai umur panen rumput laut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik fisikokimia karaginan yang diekstrak dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada berbagai umur panen yang berbeda dari Perairan Bontang, Kalimantan Timur.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah rumput laut kering jenis *Kappaphycus alvarezii* yang terdiri dari 7 umur panen yaitu 30; 35; 40; 45; 50; 55 dan 60 hari. Rumput laut yang digunakan berasal dari Perairan Tihi-Tihi Kota Bontang, Kalimantan Timur. Bahan pendukung lain yang digunakan yaitu bahan untuk ekstraksi karaginan yang terdiri dari KCl (Merck), KOH (Merck), IPA (Merck) dan akuades. Alat yang digunakan terdiri atas peralatan *glassware* dan peralatan untuk ekstraksi rumput laut yaitu *vacuum pump* (Cooltech Robbinair SPX 15601, USA), oven (Mettler UN 55 53L, Jerman), panci, timbangan (merk adventurer AR2140, USA), pH meter (Lutron PH-201, Taiwan).

Metode Penelitian

Ekstraksi karaginan dari rumput laut jenis *K. alvarezii*

Rumput laut kering ditimbang sebanyak 80 g, kemudian dicuci berulang-ulang sampai bersih dari butiran garam yang menempel. Larutan KOH disiapkan untuk bahan ekstraksi dengan konsentrasi 7% (b/v) (Asikin *et al.* 2015). Ekstraksi karaginan dilakukan menggunakan KOH selama 30

menit pada suhu 70°C. Rumput laut selanjutnya ditiriskan dan dicuci/dibilas sebanyak 4 kali dengan menggunakan air mengalir sampai KOH hilang (rumput laut terasa kesat/tidak licin dengan pH 7,2-7,5). Ekstraksi dilakukan kembali dengan menggunakan akuades sebanyak 2.000 mL pada suhu 70°C selama 3 jam (sampai rumput laut hancur), kemudian dilakukan penyaringan menggunakan pompa vakum sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang dihasilkan selanjutnya ditambahkan KCl dan diukur pH nya hingga mencapai pH 8, kemudian ditambahkan IPA sebanyak 250 mL dan difiltrasi kembali menggunakan kain saring. Substrat yang tertinggal di kertas saring, merupakan karaginan yang bebas dari minyak dan dituang ke dalam nampan plastik untuk dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 60°C. Karaginan kering yang dihasilkan berbentuk lembaran selanjutnya dihaluskan hingga diperoleh tepung karaginan. Tahapan pekerjaan ini dilakukan untuk setiap perlakuan. Tepung karaginan yang dihasilkan untuk semua perlakuan umur panen, dianalisis untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing perlakuan.

Analisis fisikokimia karaginan

Rendemen karaginan dihitung berdasarkan rasio berat karaginan yang dihasilkan dengan berat rumput laut kering yang digunakan. Penghitungan rendemen, pengujian viskositas dan kekuatan gel mengacu pada FMC Corp (1977). Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode termogravimetri dengan mengacu pada. Analisis kadar abu dihitung dari sisa pembakaran organik pada suhu 550°C berdasarkan AOAC (1995).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor (Steel and Torrie 1993) yang terdiri dari 7 perlakuan umur panen yaitu 30; 35; 40; 45; 50; 55 dan 60 hari. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya (ANOVA). Jika hasilnya menunjukkan ada beda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisikokimia karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* yang berasal dari pesisir Kota Bontang, Kalimantan Timur dapat dilihat pada *Table 1*. Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan sifat fisikokimia pada umur panen yang berbeda. Sifat fisikokimia yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, dan kekuatan gel.

Rendemen karaginan yang dihasilkan berkisar antara 28,46-46,91%. Rendemen tertinggi diperoleh pada rumput laut umur panen 50 hari dan terendah pada umur panen 45 hari. Berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA) menunjukkan bahwa umur panen berpengaruh terhadap rendemen karaginan yang dihasilkan ($p < 0,05$). Umur panen 45 hari yang merupakan umur panen yang umumnya dilakukan oleh masyarakat pesisir Kota Bontang menunjukkan nilai rendemen terendah (28,46%) dibandingkan dengan umur panen lainnya. Umur panen 50 dan 55 hari menghasilkan nilai rendemen tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini seperti pernyataan Syamsuar (2006) bahwa semakin lama umur panen akan menghasilkan polisakarida yang semakin tinggi. Rendemen karaginan pada umur panen 40 hari dalam penelitian ini lebih tinggi (32,48%) dibandingkan dengan hasil penelitian Wenno *et al.* (2012) pada umur panen yang sama yaitu 30,63%.

Rendemen merupakan parameter efisiensi untuk menilai baik buruknya suatu metode proses ekstraksi karaginan. Nilai rendemen karaginan yang dihasilkan semakin tinggi maka, semakin besar *output* yang dihasilkan (Siregar *et al.* 2016). Rendemen karaginan, selain dipengaruhi oleh umur panen, juga dipengaruhi oleh proses penanganan pada saat penggilingan dan proses lainnya. Rendemen yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Kasim (2013) yang memperoleh rendemen 28,14-32,07% dengan perlakuan konsentrasi NaOH berbeda. Basmal *et al.* (2014) menyatakan bahwa persentase karaginan yang dihasilkan berkaitan langsung dengan tempat lingkungan tumbuh, antara lain intensitas

Table 1 Characteristics of carrageenan *K. alvarezii* on different harvesting times

Harvesting times (day)	Physicochemical characteristics				
	Yield (%)	Moisture content (%)	Ash content (%)	Viscosity (cP)	Gel strength (g/cm ²)
30	33.66 ^a ±0.18	10.79 ^a ±0.08	31.53 ^c ±0.07	30.75 ^b ±0.21	38.69 ^d ±3.25
35	33.60 ^a ±0.35	10.58 ^a ±0.23	30.18 ^b ±0.12	39.50 ^c ±0.55	52.27 ^{ab} ±9.64
40	32.48 ^a ±0.28	11.22 ^b ±0.23	31.77 ^c ±0.06	44.90 ^d ±0.71	60.14 ^a ±9.51
45	28.46 ^b ±0.01	12.00 ^c ±0.14	31.73 ^c ±0.20	22.90 ^c ±0.28	42.60 ^c ±5.08
50	46.91 ^c ±0.06	12.21 ^c ±0.11	31.65 ^c ±0.20	38.30 ^c ±1.56	48.30 ^b ±2.53
55	46.71 ^c ±1.20	12.35 ^c ±0.09	32.51 ^d ±0.30	50.25 ^c ±0.35	48.25 ^b ±2.45
60	41.85 ^d ±0.30	13.82 ^d ±0.06	29.10 ^a ±0.11	30.05 ^b ±0.35	41.31 ^c ±1.90

cahaya yang berkaitan langsung dengan pembentukan karbohidrat. Peningkatan rendemen setelah umur panen 45 hari sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mochtar *et al.* (2013). Hasil penelitiannya dijelaskan bahwa umur panen setelah 45 hari lebih efisiensi dalam proses pengolahan karaginan.

Kadar air karaginan rumput laut *K. alvarezii* pada berbagai umur panen berkisar antara 10,58-13,82%. Karaginan dengan umur panen 60 hari mempunyai kadar air paling tinggi dan yang paling rendah terdapat pada umur panen 35 hari (Table 1). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa umur panen memberikan pengaruh terhadap kadar air karaginan ($p>0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi umur panen, semakin tinggi pula kadar air karaginan yang dihasilkan. Hal ini diduga karena rumput laut kering yang digunakan (60 hari) telah mengandung air yang cukup tinggi dibandingkan dengan umur panen lainnya. Selain itu dapat juga disebabkan oleh terjadinya absorpsi air dari lingkungan sekitar selama proses pengolahan. Kadar air merupakan salah satu parameter mutu bahan pangan yang sangat penting. Kadar air maksimal menurut standar FAO (2014) untuk karaginan yaitu 12%. Kadar air karaginan yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi standar yang ditentukan FAO.

Karaginan yang dihasilkan dari berbagai umur panen rumput laut *K. alvarezii* menunjukkan bahwa kadar abu berkisar antara 29,10-32,51% (Table 1). Kadar abu tertinggi diperoleh dari umur panen 55 hari dan terendah pada umur panen 60 hari. Hasil

analisis statistik menunjukkan bahwa umur panen rumput laut *K. alvarezii* memberikan pengaruh terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan ($p>0,05$). Kadar abu karaginan yang diperoleh pada penelitian ini relatif sama dengan hasil penelitian Ega *et al.* (2016) dengan perlakuan konsentrasi KOH berbeda yaitu 20,08-33,68%. Kadar abu karaginan masih memenuhi syarat mutu karaginan menurut FAO yaitu maksimal 40%.

Perbedaan tinggi rendahnya kadar abu karaginan pada umur panen yang berbeda diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan tempat budidaya dalam hal ini kandungan mineral perairan. Hal ini didukung oleh Suryaningrum *et al.* (1991), bahwa tingginya kadar abu tepung karaginan karena sebagian besar berasal dari garam dan mineral lainnya yang menempel pada rumput laut, seperti K, Mg, Ca, Na dan ammonium galaktosa serta kandungan 3,6-anhidrogalaktosa. Basmal (2005) menyatakan bahwa peningkatan kadar abu disebabkan adanya jumlah kation K⁺ yang bereaksi dengan karaginan lebih banyak atau sebaliknya.

Hasil pengujian terhadap viskositas karaginan rumput laut pada berbagai umur panen berkisar antara 22,90-50,25 cP (Table 1). Viskositas terendah terdapat pada umur panen 45 hari dan tertinggi pada umur panen 55 hari. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa umur panen rumput laut berpengaruh terhadap viskositas karaginan ($p>0,05$). Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan karaginan sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu (Wenno *et al.* 2012). Kisaran nilai

viskositas pada penelitian ini relatif sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ega *et al.* (2016) yaitu berkisar antara 30,68-50,47 cP. Viskositas karaginan dengan umur panen 30; 45 dan 60 hari pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan karaginan komersial seperti yang dilaporkan oleh Sandria *et al.* (2017) yaitu 34,46%.

Viskositas berkaitan dengan kadar sulfat yang terkandung dalam karaginan. Moirano (1977) mengemukakan bahwa semakin kecil kandungan sulfat, maka nilai viskositasnya juga semakin kecil, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Adanya garam-garam yang terlarut dalam karaginan akan menurunkan muatan sepanjang rantai polimer. Penurunan muatan ini menyebabkan penurunan gaya tolakan (repulsion) antar gugus-gugus sulfat, sehingga sifat hidrofilik polimer semakin lemah dan menyebabkan viskositas larutan menurun. Viskositas larutan karaginan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya konsentrasi, suhu, zat terlarut lainnya, tipe karaginan serta berat molekulnya (Necas dan Bartosikova 2013).

Kekuatan gel karaginan pada berbagai umur panen pada penelitian ini berkisar antara 38,69 – 60,14 g/cm² (Table 1). Kekuatan gel terendah terdapat pada umur panen 30 hari dan tertinggi pada umur panen 40 hari. Berdasarkan uji statistik, umur panen berpengaruh terhadap kekuatan gel karaginan rumput laut *K. alvarezii* ($p > 0,05$). Kekuatan gel kappa karaginan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi kation K⁺ dan Ca²⁺ ketika garam klorida ditambahkan (Iglauer *et al.* 2011). Kadar garam yang tinggi pada rumput laut akan berpengaruh terhadap kekuatan gel, rumput laut yang kadar garamnya tinggi memiliki kandungan gel yang lebih rendah, karena kekuatan dalam mengikat jeli sangat kurang disebabkan oleh adanya garam (Sormin *et al.* 2018).

Kekuatan gel merupakan sifat fisik karaginan yang utama karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karaginan dalam pembentukan gel (Murdinah 2008). Moirano (1977) menjelaskan bahwa semakin tinggi kandungan sulfat, kekuatan gel semakin rendah tetapi viskositas semakin

tinggi. Kekuatan gel dari karaginan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi KOH, pH, suhu dan waktu ekstraksi. Kandungan sulfat pada karaginan yang tinggi, menyebabkan struktur tiga dimensi yang terbentuk banyak menyerap air. Gel karaginan yang demikian ini apabila diberi tekanan akan sulit untuk mempertahankan bentuknya sehingga nilai kekuatan gelnya rendah (Wenno *et al.* 2012).

KESIMPULAN

Karakteristik karaginan terbaik pada penelitian ini terdapat pada perlakuan umur panen 40 hari berdasarkan kekuatan gel yang dihasilkan, yaitu 60,14 g/cm². Nilai viskositas tertinggi dihasilkan oleh rumput laut dengan umur panen 55 hari, yaitu 50,25 cP. Kadar air terendah terdapat pada perlakuan umur panen 30 hari 10,79%, sedangkan kadar abu terendah terdapat pada perlakuan umur panen 60 hari yaitu 29,10%. Nilai rendemen tertinggi dihasilkan oleh rumput laut dengan umur panen 50 hari 46,91%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Project Implementation Unit Development of Four Higher Education Institution Project Islamic Development Bank, Universitas Mulawarman dengan nomor kontrak 2248/UN17.11/PL/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official method of analysis of the association of official analytical of chemist. Arlington, Virginia (USA): Published by The Association of Official Analytical Chemist. Inc.
- Asikin AN, Kusumaningrum I, Sutono D. 2015. Ekstraksi dan karakterisasi sifat fungsional karaginan *Kappaphycus alvarezii* asal Pesisir Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(1): 49-58.
- Basmal J, Syarifudin, Ma'rif WF. 2005. Pengaruh konsentrasi larutan potasium hidroksida terhadap mutu karaginan kertas. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 9(5): 95-103.

- Basmal J, Iksari D. 2014. Production of semi refine carrageenan (SRC) from fresh *Kappaphycus alvarezii* using modified technique with minimum use of fuel. *Squalen Buletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*. 9(1): 17-24.
- Ega L, Lopulalan CGC, Meiyasa F. 2016. Kajian mutu karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* berdasarkan sifat fisiko-kimia pada tingkat konsentrasi kalium hidroksida (KOH) yang berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(2): 38-44.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2014. FAO JECFA Monographs 16. Specifications: Carrageenan. www.fao.org/3/a-i4144e.pdf
- FMC Corp. 1977. Carrageenan. Marine colloid monograph number one. USA Marine Colloids Division FMC Corporation. Springfield, New Jersey. 23-29pp.
- Glickman. 1983. Food Hydrocolloid vol 1I. Florida (US): CRC Press Inc Boca Raton.
- Harun M, Montulalu RI, Suweja IK. 2013. Karakteristik fisika kimia karaginan rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* pada umur panen yang berbeda di Perairan Desa Tihengo Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Media teknologi Hasil Perikanan*. 1(1): 7-12.
- Hidayah R, Harlia, Gusrizal, Sapar A. 2013. Optimasi konsentrasi kalium hidroksida pada ekstraksi karaginan dari alga merah (*Kappaphycus alvarezii*) asal Pulau Lemukutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 2(2): 78-83.
- Iglauer S, Schuler WYP, Tang Y. 2011. Dilute iota- and kappa carrageenan solutions with high viscosities in high salinity brines. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 75:304-311.
- Kasim S. 2013. Pengaruh konsentrasi natrium hidroksida terhadap rendemen karaginan yang diperoleh dari rumput laut jenis *E. spinosum* asal Kota Bau-Bau. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 17(1): 1-8.
- Mochtar AH, Parawansa I, Saleh M, Ali S, Jusoff K, Reta, Rezekie, Astuti SH, Aziz N, Muchdar A, Palad MS, Nonci M, Kasmawi, Nirwana. 2013. Effect of harvest age of seaweed on carrageenan yield and gel strength. *World Applied Sciences Journal*. 26: 13-16.
- Moirano AL. 1977. Sulphated seaweed polysaccharides in food colloids, Graham MD (editor), The AVI Publishing Company Inc, Westpoint Connecticut.
- Murdinah. 2008. Pengaruh bahan pengekstrak dan penjendal terhadap mutu karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan V Tahun 2008 Jilid 3*. Kerjasama Jurusan Perikanan UGM dengan BRP2BKP.
- Necas J, Bartosikova L. 2013. Carrageenan: a review. *Veterinari Medicina*. 58(4): 187-205.
- Syamsuar. 2006. Karakteristik karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* pada berbagai umur panen, konsentrasi KOH dan lama ekstraksi. [Tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sandria N, Uju, Suptijah P. 2017. Depolimerisasi kappa karaginan dengan menggunakan *peracetic acid*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 524-535.
- Santoso J, Sukri, Uju. 2007. Karakterisasi *alkaline treated cottonii* (ATC) pada berbagai umur panen. *Jurnal penelitian Ilmu-Ilmu Perikanan dan kelautan*. 6(2): 85-90.
- Siregar RF, Santosa J, Uju. 2016. Karakteristik fisiko kimia kappa karaginan hasil degradasi menggunakan hydrogen peroksida. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 256-266.
- Sormin RBD, Soukotta D, Saiful, Risambessy A, Ferdinandus SJ. 2018. Sifat fisiko-kimia semi refined carrageenan dari Kota Ambon dan Kabupaten Maluku Tenggara Barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 92-98.
- Steel RD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik*. Penerjemah: Sumantri B. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Suryaningrum TD, Soekarto ST, Manulang M. 1991. Identifikasi dan sifat fisika kimia karaginan: kajian mutu komoditas

rumput laut budidaya jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. *Jurnal Penelitian Pascapanen Perikanan*. 69: 35-46.

Wenno MR, Thenu JL, Lopulatan CGC. 2012. Karakteristik kappa karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* pada berbagai umur panen. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Perikanan*. 7(1):61-67.