

## Analisis Parameter Fisika dan Kimia Karaginan *Kappaphycus alvarezii* Doty 1985 (Florideophyceae : Solieriaceae) Dengan Variasi Ekstraksi dari Perairan Bluto

Nursiana Suci Wulandari\*, Rini Pramesti, AB. Susanto

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
Corresponding author, email : [nursianasuciwulandari29@gmail.com](mailto:nursianasuciwulandari29@gmail.com)

**ABSTRAK:** *Kappaphycus alvarezii* merupakan rumput laut merah penghasil karaginan yang dimanfaatkan dalam berbagai industri dan diperoleh melalui ekstraksi. Ekstraksi umumnya menggunakan larutan alkali sebagai pelarut dalam proses pemanasan maupun perendaman. Ekstraksi tanpa larutan alkali masih jarang dilakukan. Ekstraksi cara alkali, *non-alkali* maupun *pre-treatment* alkali mempengaruhi kualitas karaginan sehingga penelitian ini perlu dilakukan. Tujuan penelitian untuk memperoleh karaginan kualitas terbaik dari 3 metode ekstraksi. Parameter yang diambil meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, kekuatan gel, viskositas dan analisis FTIR. Karaginan dihasilkan melalui ekstraksi secara alkali dengan pemanasan KOH, *pre-treatment* alkali dengan perendaman KOH sebelum pemanasan dan ekstraksi *native* pemanasan dengan air suling. Hasil penelitian didapatkan nilai rendemen terbaik dengan metode alkali ( $36,68 \pm 2,33\%$ ). Kadar air terbaik metode *pre-treatment* ( $3,91 \pm 0,84\%$ ). Kadar abu terbaik metode alkali ( $32,7 \pm 2,42\%$ ). Kekuatan gel terbaik dengan metode alkali ( $519 \pm 29,01 \text{g/cm}^2$ ). Viskositas terbaik metode *native* ( $70,43 \pm 0,74 \text{ cPs}$ ). Hasil FTIR menunjukkan sampel yang dihasilkan jenis kappa karaginan.

**Kata kunci:** *Kappaphycus alvarezii*, Ekstraksi, Karaginan, FTIR

### **Analysis Physical and Chemical of Carrageenan *Kappaphycus alvarezii* Doty 1985 (Florideophyceae : Solieriaceae) with Variety Extractions from Bluto Waters**

**ABSTRACT :** *Kappaphycus alvarezii* produces carrageenan which is widely used for industrial and obtained through extraction. Generally the extraction is using an alkaline solution as a solvent of heating or soaking process. Extraction without alkaline solution is infrequently performed. Different extraction methods affect the quality of the carrageenan, therefore the research has to be done. The purpose of this research is to obtain the best quality carrageenan from 3 different extraction methods. The parameters performed yield, water content, ash content, gel strength, viscosity and FTIR analysis. Carrageenan are produced through alkaline extraction treatment with KOH, *pre-treatment* alkaline with KOH and *native* extraction with distilled water. The results showed the best yield was alkaline method ( $36.68 \pm 2.33\%$ ), the best water content was *pre-treatment* method ( $3.91 \pm 0.84\%$ ), the best ash content was the alkaline method ( $32.7 \pm 2.42\%$ ), the best gel strength was the alkaline method ( $519 \pm 29.01 \text{g/cm}^2$ ), the best viscosity was the *native* method ( $70.43 \pm 0.74 \text{ cPs}$ ). Analysis FTIR showed the samples produced kappa carrageenan.

**Keywords:** *Kappaphycus alvarezii*, Extraction, Carrageenan, FTIR

## PENDAHULUAN

*Kappaphycus alvarezii* sebagai penghasil kappa karaginan dimanfaatkan sebagai *emulsifier*, *gelling*, *binding agent*, *thickener*, *stabilizer*, *pharmaceutical*, kosmetik, formulasi *printing* dan tekstil (Azevedo *et al.*, 2015; Ajithkumar *et al.*, 2017). Karaginan adalah polisakarida linier yang terdiri dari 1000 lebih residu galaktosa seperti ester kalium, natrium, dan kalium sulfat dengan galaktosa dan 3,6 anhyrogalaktokopolimer (Heriyanto *et al.*, 2018).

Karaginan dihasilkan melalui proses ekstraksi yang terdiri dari perendaman, pemanasan, penyaringan, pembentukan gel, pengeringan dan penepungan (Zhang *et al.*, 2016; Dong *et al.*,

2018). Proses ini dipengaruhi konsentrasi alkali, suhu, waktu, jenis rumput laut, dan pengendapan (Panggabean *et al.*, 2018). Ekstraksi umumnya menggunakan larutan basa KOH (Gerenu *et al.*, 2017), larutan NaOH (Romenda *et al.*, 2013), ataupun larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Manuhara *et al.*, 2016). Metode ini dapat menghasilkan polisakarida yang tinggi (Nasruddin *et al.*, 2016). Filtrat yang dihasilkan dipresipitasi menggunakan alkohol, garam maupun aseton untuk mengendapkan karaginan (Ega *et al.*, 2016). Ekstraksi metode *pre-treatment* alkali dengan merendam sampel menggunakan larutan basa sebelum proses pemanasan (Erjanan *et al.*, 2017). Filtrat dipresipitasi menggunakan larutan KCl sebagai pengganti alkohol yang lebih murah dan ramah lingkungan (Jayasinghe *et al.*, 2016). Metode ekstraksi *non* alkali (*native*) dengan memanaskan sampel menggunakan air suling (Freile-Pelegrin *et al.*, 2013). Jenis metode ekstraksi mempengaruhi kualitas karaginan yang dihasilkan (Webber *et al.* 2012), sehingga penelitian ini perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh kualitas karaginan terbaik dan analisis FTIR dari 3 cara ekstraksi yang berbeda.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan adalah rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dari Bluto, Madura. Kualitas perairan (suhu, salinitas, DO, pH, dan kecerahan) diukur saat pengambilan sampel. Sampel yang diperoleh dicuci dan dikeringkan. Ekstraksi cara alkali dengan merebus sampel dengan KOH perbandingan 40ml/gram selama 2 jam, suhu 90°C dan dinetralkan dengan larutan HCl. Filtrat ditambahkan isoprophil alkohol 70% dan dioven suhu 60°C (Ega *et al.*, 2016; Manuhara *et al.*, 2015).

Ekstraksi cara *pre-treatment* alkali dengan merendam sampel menggunakan larutan KOH selama 24 jam dan dipanaskan dengan aquadest perbandingan 20ml/gram selama 2 jam. Filtrat ditambahkan KCl 1,25%, yang selanjutnya dioven suhu 70°C (Erjanan *et al.*, 2017; Panggabean *et al.*, 2018). Ekstraksi cara *native* dengan merendam dan merebus sampel menggunakan aquadest perbandingan 50ml/gram selama 3 jam, suhu 85°C. Filtrat dikeringkan suhu 65°C (Pereira dan Van de Velde, 2011; Webber *et al.*, 2012; Yarnpakdee *et al.*, 2015). Masing-masing ekstraksi 3 ulangan.

Hasil masing-masing ketiga cara ekstraksi berbentuk lembaran diblender menjadi tepung. Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas dan kekuatan gel. FTIR dilakukan untuk mengetahui struktur molekul pada polimer, identifikasi senyawa yang berikatan kovalen, kemurnian bahan maupun gugus fungsi dari molekul (Aspi *et al.*, 2013).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rendemen dari ketiga cara ekstraksi sesuai baku mutu yaitu 25% (FAO, 2007). Hasil rendemen tertinggi metode alkali 36,68±2,33% dan terendah metode *native* 25,70±0,55% (Tabel 1). Cara alkali memiliki nilai tertinggi, diduga penggunaan larutan alkali selama proses ekstraksi. Hal ini sesuai (Meiyasa dan Tarigan, 2018) larutan KOH mampu mempercepat terbentuknya 3,6 anhidrogalaktoza sehingga nilainya meningkat. Ditambahkan (Fardhyanti dan Jualianur, 2015; Gerung *et al.*, 2019), larutan basa mampu memecah dinding sel sehingga meningkatkan daya larut karaginan. Hal ini tidak sesuai (Freile-Peregrin dan Robledo, 2007; Ilias *et al.*, 2017), nilai rendemen cara *native* lebih tinggi dibandingkan cara alkali. Hal ini diduga penggunaan larutan alkali yang terlalu tinggi. Konsentrasi alkali tinggi menyebabkan polisakarida terdegradasi sehingga nilai rendemen rendah (Tuvikene *et al.*, 2006). Cara *native* memiliki nilai terendah dibanding cara ekstraksi lain. Hal ini diduga tidak adanya penggunaan alkali selama proses ekstraksi. Nilai rendemen yang didapatkan lebih rendah dari (Webber *et al.*, 2012) yaitu 35,8 ± 4,68%.

Nilai kadar air dari ketiga metode sesuai baku mutu maksimum 12% (FAO, 2007). Nilai kadar air tertinggi pada metode *native* 4,49 ± 0,68% dan terendah 3,91 ± 0,84% metode *pre-treatment* alkali. Nilai kadar air yang rendah diduga penggunaan larutan KOH dan KCl sebagai pengganti alkohol. Konsentrasi KOH tinggi menghambat peningkatan air dalam molekul *K. alvarezii* sehingga mengurangi garam mineral yang terkandung di dalamnya (Ega *et al.*, 2016; Panggabean *et al.*, 2018) dan larutan KCl mampu mengikat serat karaginan (Erjanan *et al.*, 2017). Kadar air metode *native* memiliki nilai tertinggi dibandingkan cara ekstraksi lain. Hal ini diduga dalam prosesnya

tanpa penggunaan larutan alkali. Kadar air karaginan metode *native*  $2,89 \pm 0,4119\%$  lebih tinggi dibandingkan karaginan komersial dengan nilai yang dihasilkan  $2,50 \pm 0,0575\%$  (Webber *et al.*, 2012). Ditambahkan (Gerung *et al.*, 2019) kadar air dipengaruhi teknik ekstraksi yang digunakan.

Nilai rendemen dari ketiga cara ekstraksi sesuai baku mutu yaitu 25% (FAO, 2007). Hasil rendemen tertinggi metode alkali  $36,68 \pm 2,33\%$  dan terendah metode *native*  $25,70 \pm 0,55\%$  (Tabel 1). Cara alkali memiliki nilai tertinggi, diduga penggunaan larutan alkali selama proses ekstraksi. Hal ini sesuai (Meiyasa & Tarigan, 2018) larutan KOH mampu mempercepat terbentuknya 3,6 anhidrogalaktosa sehingga nilainya meningkat. Ditambahkan (Fardhyanti & Jualanur, 2015; Gerung *et al.*, 2019), larutan basa mampu memecah dinding sel sehingga meningkatkan daya larut karaginan. Hal ini tidak sesuai (Freile-Peregrin dan Robledo, 2007; Ilias *et al.*, 2017), nilai rendemen cara *native* lebih tinggi dibandingkan cara alkali. Hal ini diduga penggunaan larutan alkali yang terlalu tinggi. Konsentrasi alkali tinggi menyebabkan polisakarida terdegradasi sehingga nilai rendemen rendah (Tuvikene *et al.*, 2006). Cara *native* memiliki nilai terendah dibanding cara ekstraksi lain. Hal ini diduga tidak adanya penggunaan alkali selama proses ekstraksi. Nilai rendemen yang didapatkan lebih rendah dari (Webber *et al.*, 2012) yaitu  $35,8 \pm 4,68\%$ .

Nilai kadar air dari ketiga metode sesuai baku mutu maksimum 12% (FAO, 2007). Nilai kadar air tertinggi pada metode *native*  $4,49 \pm 0,68\%$  dan terendah  $3,91 \pm 0,84\%$  metode *pre-treatment* alkali. Nilai kadar air yang rendah diduga penggunaan larutan KOH dan KCl sebagai pengganti alkohol. Konsentrasi KOH tinggi menghambat peningkatan air dalam molekul *K. alvarezii* sehingga mengurangi garam mineral yang terkandung di dalamnya (Ega *et al.*, 2016; Panggabean *et al.*, 2018) dan larutan KCl mampu mengikat serat karaginan (Erjanan *et al.*, 2017). Kadar air metode *native* memiliki nilai tertinggi dibandingkan cara ekstraksi lain. Hal ini diduga dalam prosesnya tanpa penggunaan larutan alkali. Kadar air karaginan metode *native*  $2,89 \pm 0,4119\%$  lebih tinggi dibandingkan karaginan komersial dengan nilai yang dihasilkan  $2,50 \pm 0,0575\%$  (Webber *et al.*, 2012). Ditambahkan (Gerung *et al.*, 2019) kadar air dipengaruhi teknik ekstraksi yang digunakan.

Nilai kadar abu dari ketiga metode sesuai baku mutu 15-40% (FAO, 2007). Nilai kadar abu tertinggi pada metode alkali  $32,7 \pm 2,42\%$  dan terendah metode *native*  $21,5 \pm 1,40\%$ . Ekstraksi cara alkali menghasilkan nilai kadar abu terbaik, yang diduga menggunakan larutan alkali. Larutan KOH memberikan hasil abu terbaik karena ikatan kation  $K^+$  yang bereaksi dengan karaginan (Asikin & Kusumaningrum, 2019). Tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi adanya garam mineral lain pada rumput laut seperti natrium dan kalsium (Kumayanjanti & Dwimayasanti, 2018). Kadar abu cara *native* memiliki nilai terendah diduga tidak adanya ikatan senyawa alkali selama proses ekstraksi, sehingga kandungan mineral hanya berasal dari lingkungannya.

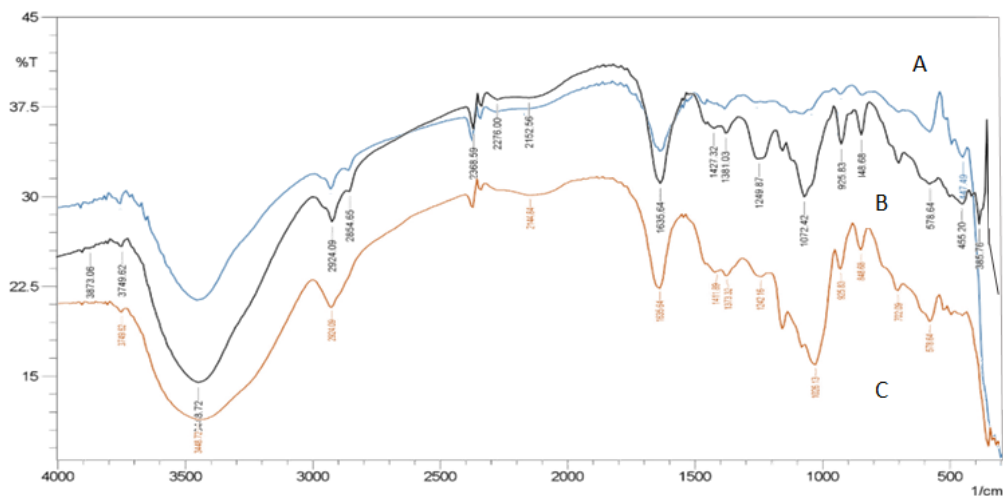
Kekuatan gel dari ketiga metode ekstraksi kurang sesuai standar baku mutu karaginan komersial yang ditetapkan A/S Kobenhvns Pektifabrik (1978) yaitu  $685,50 \pm 13,43 \text{ g/cm}^2$ . Nilai kekuatan gel tertinggi metode alkali  $519,00 \pm 29,01 \text{ g/cm}^2$  dan terendah pada metode *native*  $118,28 \pm 19,37 \text{ g/cm}^2$ . Gel pada metode alkali memiliki nilai tertinggi, diduga adanya penggunaan larutan alkali. Konsentrasi KOH tinggi mampu meningkatkan kekuatan gel karena dapat meningkatkan kekuatan ionik rantai polimer (Junaidi *et al.*, 2018). Kekuatan gel pada metode *native* memiliki nilai terendah. Hal ini diduga tidak digunakannya larutan alkali. Kekuatan gel karaginan dipengaruhi konsentrasi pelarut, pH, suhu, dan waktu ekstraksi (Kumayanjanti & Dwimayasanti, 2018; Meiyasa dan Tarigan, 2018). Ditambahkan (Rhein-Khudson *et al.*, 2017) hidrokoloid yang diekstraksi dengan air mengandung jumlah sulfat lebih tinggi dibandingkan cara alkali. Nilai sulfat berbanding terbalik dengan kekuatan gel (Kumayanjanti & Dwimayasanti, 2018).

Hasil viskositas dari ketiga cara ekstraksi sesuai baku mutu 5 - 800 cPs (FAO, 2007). Nilai viskositas tertinggi pada metode *native*  $75,43 \pm 0,74 \text{ cPs}$  dan terendah metode *pre-treatment* alkali  $20,07 \pm 0,38 \text{ cPs}$ . Nilai viskositas yang rendah diduga adanya penggunaan larutan KCl. Garam terlarut menurunkan muatan sepanjang rantai polimer, sehingga gaya tolakan sulfat dan sifat hidrofilik polimer melemah (Asikin & Kusumaningrum, 2019). Ditambahkan (Wenno *et al.*, 2012) viskositas karaginan akan menurun dengan penambahan garam kation  $K^+$  dari larutan KCl. Hal ini sesuai (Azevedo *et al.*, 2013) konsentrasi KOH tinggi mampu menurunkan viskositas akibat depolimerisasi (penguraian senyawa organik). Nilai viskositas cara *native* lebih tinggi dibandingkan metode ekstraksi lain. Hal ini diduga dalam proses ekstraksi tanpa penggunaan larutan alkali sehingga mengandung sulfat lebih tinggi. Kandungan sulfat tinggi menyebabkan nilai viskositas semakin tinggi (Rhein-Khudson *et al.*, 2017).

**Tabel 1.** Kualitas Karaginan dari Pantai Bluto, Madura

Parameter	Metode Ekstraksi			Baku Mutu
	Alkali	Pre - Treatment	Native	
Rendemen (%)	36,68 ± 2,33	31,71 ± 0,55	25,70 ± 0,55	25 <sup>a)</sup>
Kadar Air (%)	4,10 ± 0,61	3,91 ± 0,84	4,49 ± 0,68	Maks 12 <sup>a)</sup>
Kadar Abu (%)	32,70 ± 2,42	28,50 ± 3,61	21,5 ± 1,40	15-40 <sup>a)</sup>
Kekuatan Gel (g/cm <sup>2</sup> )	519,00 ± 29,01	379,67 ± 19,24	118,28 ± 19,37	685,50 ± 13,43 <sup>c)</sup>
Viskositas (cPs)	24,60 ± 2,95	20,07 ± 0,38	75,43 ± 0,74	Min 5 <sup>a)</sup>

Keterangan : <sup>a)</sup> Food Agriculture Organization, 2007; <sup>b)</sup> A/S Kobenhvns Pektifabrik, 1978.

**Gambar 1.** Analisa FTIR Metode *Native* (A); Metode *Pre-treatment* Alkali (B); Metode Alkali (C).

Hasil analisa karaginan menunjukkan vibrasi renggangan gugus fungsi sulfat ester pada panjang gelombang 1242,16/cm untuk sampel alkali, 1249,87/cm *pre-treatment* alkali dan metode *native* 1257,59/cm. Hal ini sesuai (Mahardika *et al.*, 2018) regangan sulfat ester berada pada *range* 1210-1260/cm. Perbedaan nilai spektra dapat terjadi karena penggunaan alkali mempengaruhi sulfat dalam hidrokoloid, sehingga perlakuan alkali menunjukkan kandungan sulfat lebih rendah dibandingkan ekstraksi *native* (Rhein-Knudsen *et al.*, 2017). Panjang gelombang 925,83/cm menunjukkan gugus 3,6-anhidrogalaktosa pada sampel alkali, *pre-treatment*, dan metode *native*. Hal ini sesuai (Pereira *et al.*, 2009), *range* puncak 3,6-anhidrogalaktosa 925-935/cm. Vibrasi regangan D-galaktosa 4-sulfat berada pada panjang gelombang 848,68 /cm pada metode alkali dan *pre-treatment* alkali, sedangkan metode *native* pada panjang gelombang 840,96 /cm. Hal ini sesuai (Gomez-Ordenez & Ruperez, 2011), *range* galaktosa 4-sulfat adalah 840-850 /cm. Pita karakteristik glukosa metode *native* pada panjang gelombang 1080,14 /cm, pada metode *pre-treatment* alkali 1072,42 /cm, dan metode alkali 1026,13 /cm. Hal ini sesuai dengan (Rhein-Knudsen *et al.*, 2017), glukosa terdeteksi pada *range* 990-1150 /cm. Vibrasi regangan gugus fungsi OH ditunjukkan pada panjang gelombang 3448,72 /cm pada semua sampel hasil ekstraksi. Ditambahkan Fernando *et al.* (2017), vibrasi regangan OH berada pada *range* 3200-3500 /cm yang menunjukkan bilangan hidrogen. Hasil analisis menunjukkan adanya kesamaan gugus fungsi sampel dan standar karaginan (Hidayah *et al.*, 2013). Analisa FTIR menunjukkan sampel yang dihasilkan dari penelitian adalah karaginan jenis kappa.

## KESIMPULAN

Metode ekstraksi secara alkali memiliki nilai rendemen, kadar abu dan kekuatan gel terbaik. Metode ekstraksi *pre-treatment* alkali memiliki nilai kadar air terbaik sedangkan metode *native*

menghasilkan viskositas terbaik. Hasil FTIR menunjukkan sampel mengandung komposisi gugus 3,6-anhydro-galaktosa sehingga dapat diketahui jenis yang dihasilkan adalah kappa karaginan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari skripsi yang berjudul "Kualitas dan Karakterisasi FTIR Ekstrak Karaginan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) dengan Tiga Variasi Ekstraksi dari Perairan Bluto Madura" sebagai syarat memperoleh gelar Strata Satu Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

## DAFTAR PUSTAKA

- [FAO]. Food and Agriculture Organization. 2007. Carrageenan. Prepared at the 68 th JECFA and Published in FAO JECFA Monographs 4. 1-6 pp.
- A/S Kobenhvns Pektifabrik. 1978. Carrageenan. Lilleskensved. Denmark. Hlm156-157.
- Ajithkumar, S., Krishnaraj, G., Abdul Haleem, M.I., Manivasagan, V.Dr., Ramesh Babu, N.G.Dr & Durai, P.S. 2017. Optimization of Carrageenan Extraction Process from Seaweed. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(4):2205-2213.
- Asikin, A.N. & 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.
- Aspi, M., Malino, B. & Lapanoro, B.P. 2013. Analisis Data Spektrum Spektroskopi FTIR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin. *Prisma Fisika*, 1(2):92-96.
- Azevedo, G., Hilliou, L., Bernardo, G., Sousa-Pinto, I., Adams, R.W., Nilsson, M. & Villanueva, R.D. 2013. Tailoring Kappa/Iota-Hybrid Carrageenan from *Mastocarpus stellatus* with Desired Gel Quality Through Pre-Extraction Alkali Treatment. *Food Hydrocolloids*, (31):94-102.
- Azevedo, G., Torres, M.D., Sousa-Pinto, I & Hilliou, L. 2015. Effect of Pre-Extraction Alkali Treatment on the Chemical Structure and Gelling Properties of Extracted Hybrid Carrageenan from *Chondrus crispus* and *Ahnfeltiopsis devoniensis*. *Food Hydrocolloids*, (50):150-158.
- Dong, M., Xue, Z., Liu, J., Yan, M., Xia, Y. & Wang, B. 2018. Preparation of Carrageenan Fibers with Extraction of Chondrus ViaWet Spinning Process. *Carbohydrate Polymers*, 194:217-224.
- Ega, L., Lopulalan, C.G.C & Melyasa, F. 2016. Kajian Mutu Karaginan Rumput Laut *Euचेuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(2):38-44.
- Erjanan, S., Dutolong, V & Montolalu, R. 2017. Mutu Karaginan dan Kekuatan Gel dari Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(2) :130-133.
- Fardhyanti, D.S. & Julianur, S S. 2015. Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karaginan dari Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2):68-73.
- Fernando, P.S., Sanjeewa, K.K.A., Samarakoon, K.W., Lee, W.W., Kim, H.S., Kim, E.A., Gunasekara, U.K.D.S.S., Abeytungga, D.T.U., Nanayakkara, D. T.U., de Silva, E.D., Lee, H-S., & Jeon, Y.J. 2017. FTIR Characterization and Antioxidant Activity of Water Soluble Crude Polysaccharides of Sri Lankan Marine Algae. *Research Article*, 32(1):75-86.
- Freile-Pelegrin, Y. & Robledo, D. 2007. Carrageenan of *Euचेuma isiforme* (Soieriaceae, Rhodophyta) from Nicaragua. *Journal of Applied Phycology*, 5(20):537-541.
- Gereniu, C.R.N., Saravana, P.S. & Chun, B.S. 2017. Recovery of Carrageenan from Solomon Island Red Seaweed Using Ionic Liquid-assisted Subcritical Water Extraction. *Separation and Purification Technology*, 196:309-317.
- Gerung, M. S., Montolalu, R. I., Lohoo, H. J., Dotulong, V., Taher, N., Mentang, F. & Sanger, G. 2019. Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Lama Ekstraksi pada Produksi Karaginan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 7(1): 25-31.

- Gomez-Ordenez, E. & Ruperez, P. 2011. FTIR-ATR Spectroscopy as a Tool for Polysaccharide Identification in Edible Brown and Red Seaweed. *Food Hydrocolloids*, (25): 1512-1520.
- Heriyanto, H., Kustiningsih, I dan Sari, D. K. 2018. The Effect of Temperature and Time of Extraction on the Quality of Semi Refined Carrageenan (SRC). *MATEC Web of Conferences*, 154: 1-6.
- 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.
- Ilias, M.A., Ismail, A. & Othman, R. 2017. Analysis of Carrageenan Yield and Gel Strength of *Kappaphycus alvarezii* Semporna Sabah. *Journal of Tropical Plant Physiology*, (9): 14-23.
- Jayasinghe, P.S., Pahalawattaarachi, V. & Ranawaera, K.K.D.S. 2016. Effect of Extraction Methods on The Yield and Physiochemical Properties of Polysaccharides Extracted from Seaweed Available in Sri Lanka. *Poultry, Fisheries and Wildlife Sciences*, 4(150):1-6
- Junaidi, L., Hutajulu, T. F., Sudiby, A., Lestari, N & Aviana, T. 2018. Pengaruh Konsentrasi KOH dan Waktu Alkalisasi Serta Umur Panen *Kappaphycus alvarezii* Terhadap Karakteristik Mutu Karaginan Murni. *Journal of Agrobased Industry*, 35(1):20-28.
- Kumayanjanti, B & Dwimayasanti, R. 2018. Kualitas Karaginan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* pada Lokasi Berbeda di Perairan Maluku Tenggara. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 13(1):21-32.
- Mahardika, A., Susanto, A., B. Pramesti, R., Matsuyoshi, H., Andriana, B. B., Matsuda, Y & Sato, H. 2018. Application of Imaging Raman Spectroscopy to Study the Distribution of Kappa Carrageenan in the Seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Applied Phycology*, 31(2): 1383-1390.
- Manuhara, G.J., Praseptiangga, D. & Riyanto, R.A. 2016. Extraction and Characterization of Refined K-carrageenan of Red Algae [*Kappaphycus alvarezii* (Doty ex P. C. Silva, 1996)] Originated from Karimun Jawa Island. *Aquatic Procedia*, 7:106-111.
- Meiyasa, F & Tarigan, N. 2018. Peranan Kalium Hidroksida (KOH) Terhadap Mutu Karaginan *Eucheuma cottonii* di Indonesia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 2(2):131-136.
- Nasruddin, Asikin, A.N. & Kusumaningrum, I. 2016. Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Karakteristik Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 21(2); 55-63.
- Panggabean, J.E., Dotulung, V., Montolalu, R.I., Damongilala, L., Harikedua, S.D., dan Makapedua, D. M. 2018. Ekstraksi Karaginan Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan Basa. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(3):258-263.
- Pereira, L & Van de Velde, F. 2011. Portuguese Carrageenophytes: Carrageenan Composition and Geographic Distribution of Eight Species (Gigartinales, Rhodophyta). *Carbohydrate Polymers*, 84:614-623.
- Pereira, L., Amado, A.M., Critchley, A.T. Van de Velde, F. & Riberio-Claro, P.J.A. 2009. Identification of Selected Seaweed Polysaccharides (Phycocolloids) by Vibrational Spectroscopy (FTIR-ATR and FT-Raman). *Food Hydrocolloids*, (30):1-7.
- Rhein-Knudsen, N., Ale, M.T., Ajallouelian, F., Yu, L & Meyer, A. S. 2017. Rheological Properties of Agar and Carrageenan from Ghanaian Red Seaweeds. *Food Hydrocolloids*, 63:50-58.
- Romenda, A. P., Pramesti, R., and Susanto, A.B. 2013. Pengaruh Perbedaan Jenis dan Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Kekuatan Gel dan Viskositas Karaginan *Kappaphycus alvarezii*, Doty. *Journal of Marine Research*, 2(1):127-133.
- Tuvikene, R., Truus, K., Vaher, M., Kalias, T., Martin, G. & Kersen, P. 2006. Extraction and quantification of hybrid carrageenans from the biomass of the red algae *Fucarrageenanellaria lumbricalis* and *Coccotylus truncatus*. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Chemistry*, 55(1):40-53.
- Webber, V., de Carvalho, S.M., Ogliar, P. J., Hayashi, L & Barreto, P. L. M. 2012. Optimization of the Extraction of Carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* using Response Surface Methodology. *Food Science and Technology*, 32(4): 812-818.

- Wenno, M. R., Thenu, J. L dan Lopulalan, C. G. C. 2012. Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* pada Berbagai Umur Panen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi*, 7(1): 61-67.
- Wibowo, A., Ridlo, A., dan Sedjati. S. 2013. Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Alginat Rumput Laut *Turbinaria* sp. dari Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. *Journal of Marine Research*, 2(3): 15-24.
- Yarnpakdee, S., Benjakul, S dan Kingwascharapong, P. 2015. Physico-Chemical and Gel Properties of Agar from *Gracilaria tenuistipitata* from The Lake of Songkhla, Thailand. *Food Hydrocolloids*, (51): 217-226.
- Zhang, W., Xue, Z., Yan, M., Liu, J., dan Xia, Y. 2016. Effect of Epichlorohydrin on the Wet Spinning of Carrageenan Fibers Under Optimal Parameter Conditions. *Carbohydrate Polymers*, 150: 232-240.