

Perbandingan Mutu Tepung Karagenan Hasil Ekstraksi Metode Pemanas *Ohmic* Dan Konvensional

(Comparison of the Quality of Carrageenan Flour Extracted by *Ohmic* and Conventional Heating Methods)

Iswahyono^{1*}, Siti Djamila², Amal Bahariawan³, Meta Fitri Rizkiana⁴

^{1,2,3}Keteknikan Pertanian, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

⁴Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

*Email Koresponden: iswahyono@polije.ac.id

Received : 29-12-2021 | Accepted : 18-01-2022 | Published : 20-01-2022

Kata Kunci

pemanas *ohmic*, rumput laut, tepung karagenan

ABSTRAK

Teknologi *ohmic* dapat digunakan untuk proses ekstraksi karagenan dari rumput laut laut *Eucheuma cattoni*, prinsip kerja teknologi *ohmic* adalah memanfaatkan energi internal rumput laut yang dialiri arus listrik. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan mutu tepung karagenan hasil ekstraksi pemanas *ohmic* dengan pemanas konvensional. Penelitian menggunakan dua perlakuan sumber pemanas berbeda pada saat proses ekstraksi rumput laut yaitu pemanas *ohmic* dan pemanas konvensional dari kompor gas, masing-masing diulang tiga kali. Filtrat hasil ekstraksi dikeringkan, digiling dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh, selanjutnya dilakukan uji mutu tepung karagenan. Mutu tepung karagenan hasil ekstraksi metode pemanas *ohmic* dan pemanas konvensional berturut turut sebagai berikut 1) rendemen 45% ; 42% 2) kadar air 10% ; 18%, 3) derajat putih 77,63% ; 74,27%, 4) viskositas 6,02 cp ; 4,57 cp dan 5) kekuatan gel 174 gr/cm² : 159 gr/cm². Hasil analisis statistik uji beda dua rata-rata dengan α 5% menunjukkan untuk parameter rendemen berbeda tidak nyata dan untuk parameter kadar air, derajat putih, viskositas dan kekuatan gel berbeda nyata, dimana hasil ekstraksi pemanas metode *ohmic* lebih baik dibandingkan pemanas konvensional.

Copyright (c) 2022

Iswahyono Iswahyono,
Siti Djamila, Amal
Bahariawan, Meta Fitri
Rizkiana



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Keywords

ohmic heating, seaweed, carrageenan flour

ABSTRACT

The *ohmic* technology was applied for the carrageenan extraction process from seaweed (*Eucheuma cattoni*). The principle of *ohmic* technology is based on passing an electric current through seaweed and triggering its internal energy. The objectives of this study were to compare two different extraction methods using the *ohmic* and conventional heaters in terms of the quality of carrageenan flour. This study were conducted by two different heating sources during the seaweed extraction process, i.e., *ohmic* heating and conventional heating from a gas stove. Each method was repeated three times. The extracted filtrates were dried, milled, and sieved using an 80-mesh sieve, then the quality of carrageenan flour was measured. Quality of extracted carrageenan flour using the *ohmic* and conventional heating methods are: 1) the extraction yield of 45%; 42%, 2) moisture content 10%; 18%, 3) white degree 77.63%; 74.27%, 4) viscosity 6.02 cp; 4.57 cp and 5) gel strength 174 gr / cm²: 159 gr / cm². The result of statistical analysis

between two methods with a 5% showed no significant difference in yield parameters however significantly different for water content, white degree, viscosity, and gel strength. The quality of extracted carrageenan flour of the ohmic heating method was better compared to the conventional heater.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki lima jenis rumput laut yang bernilai ekonomis tinggi sebagai komoditi ekspor dan juga dikonsumsi domestik yaitu *Eucheuma sp.*, *Glacillaria sp.*, *Gelidium sp.*, *Sargassum sp.* dan *Hypnea sp.*. *Eucheuma cottoni* dan *Eucheuma pinosum* merupakan spesies alga merah penghasil karagenan dan andalan ekspor Indonesia (Sormin dkk, 2018).

Rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* menguasai lebih dari 80% *supply share*, utamanya untuk tujuan ekspor ke China. Merujuk pada data International Trade Center, tahun 2018 volume ekspor rumput laut Indonesia sebesar 213.422 ton dengan nilai mencapai USD 294.509 (KKP, 2020a), tahun 2019 sebesar 209,240 ton dengan nilai USD 324,84 juta (KKP, 2020b), tahun 2020 sebesar 195.574 ton dengan nilai USD 279,58 juta (KKP, 2021). Namun demikian, ekspor rumput laut Indonesia ke China hampir 80% masih didominasi *raw material*. Jika Indonesia mampu mengolah menjadi *refine carrageenan* misalnya, maka akan ada nilai tambah ekonomi hingga sekitar 210%, sehingga penting menaikkan nilai tambah devisa ekspor dengan memacu ekspor non *raw material*, paling tidak 50% bisa diekspor dalam bentuk setengah jadi seperti *semi refine carrageenan* dan *refine carrageenan* (KKP, 2020a).

Karagenan yang diolah dari rumput laut sebagian besar dimanfaatkan dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya. Rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* banyak dimanfaatkan karena mengandung karagenan yang berguna sebagai *stabilisator* (pengatur keseimbangan), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi, koloid pelindung, penggumpal dan pencegah kristalisasi (Fathoni dan Apri, 2020). Selain itu *Eucheuma cottoni* banyak digunakan karena cara mendapatkannya mudah dan biayanya murah (Ega, dkk, 2016).

Teknologi pengolahan rumput laut menjadi tepung karagenan yang ada saat ini sangat beragam mulai dari teknologi yang sederhana sampai modern, baik teknologi yang sederhana maupun modern masih berbasis pada pemanasan secara konvensional yaitu dengan pemanasan langsung diatas api atau menggunakan pemasak berdinding ganda dengan pemanas dari uap panas. Teknologi berbasis pemanasan secara konvensional ini masih membutuhkan waktu yang lama dan boros dalam penggunaan energi. Salah satu pengolahan rumput laut yang dapat diterapkan pada industri yaitu dengan menggunakan teknologi *Ohmic* (Supratomo, dkk, 2012).

Teknologi *Ohmic* itu sendiri merupakan suatu proses pemanasan, dimana arus listrik (khususnya arus bolak-balik AC) dilewatkan melalui bahan pangan. Akibatnya, akan terjadi pembangkitan energi internal pada bahan pangan. Prinsip dasar pemanasan ini akan menghasilkan sebuah pola pemanasan luar dan dalam (Supratomo, 2014). Pengolahan dengan pemanas *Ohmic* dapat menurunkan konsumsi energy, dapat meningkatkan efisiensi proses pengolahan secara keseluruhan, meningkatkan rendemen produk yang dihasilkan serta mampu mengkatalisis hilangnya gugus 6-sulfat yang bersifat hidrofilik dari unit monomer karagenan dan membentuk 3,6-anhydrogalaktosa yang bersifat hidrofobik sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui perbedaan mutu tepung karagenan : rendemen, kadar air, viskositas, warna, dan kekuatan gel (Asikin dan Kusumaningrum, 2019) yang dihasilkan dari

proses ekstraksi rumput laut menggunakan pemanas *ohmic* dibandingkan dengan pemanas konvensional.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah pemanas *ohmic* terdiri dari sebuah tangki dari kaca volume 8.000 ml, satu set elektroda dari *stainless steel* (SS 316), transformator dan pengatur suhu, kompor gas, baskom, shacker water bath, ayakan halus (80 mesh), erlenmeyer 1000 ml, gelas piala 100 ml, 500, 1000 ml, termometer, pH meter, *Colour Reader*, spatula, cawan petri, penjepit cawan, cawan porselin, labu soxhlet, labu dekstruksi, kertas lakmus, alat destilasi, tabung reaksi, *hot plate*, *magnetic stirrer*, penangas air, oven, cawan kondensor, kertas saring, timbangan kasar, timbangan analitik, batang pengaduk dan desikator.

Bahan baku utama adalah rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari petani rumput laut di Desa Semiring, Kecamatan Mangaran Kabupaten Situbondo, yang digunakan untuk ekstraksi karagenan adalah KOH dan Isopropil untuk pengendapan karagenan.

2.2 Metode Penelitian

Rumput laut *Eucheuma cottonii* kering dari petani dicuci kembali agar lebih bersih kemudian rumput laut dijemur kembali hingga kering. Rumput laut *Eucheuma cottonii* kering ditimbang masing-masing 250 gram. Ekstraksi rumput laut menggunakan larutan KOH 1N dengan perbandingan rumput laut : larutan alkali (1 : 20) hingga pH mencapai 8-9, selanjutnya dipanaskan sesuai dengan perlakuan yaitu menggunakan pemanas *ohmic* dan pemanas konvensional menggunakan kompor gas, lama pemanasan 1 jam dan suhu pemanasan 90-95 °C.

Hasil filtrasi diendapkan dengan konsentrasi isopropil 100 ml dan diaduk-aduk kemudian dibiarkan selama 15 menit. Karagenan yang mengendap dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50-60 °C selama 3 hari. Karagenan hasil pengeringan berupa lembaran tipis perlu digiling dan diayak dengan saringan berukuran 80 mesh. Selanjutnya tepung karagenan dibungkus dalam kemasan plastik.

2.3 Prosedur Analisis Mutu tepung Karagenan

Karagenan yang dihasilkan kemudian dianalisis : rendemen (AOAC, 1995), kadar air (AOAC, 1995), viskositas (FMC, 1977), Warna Menggunakan *Colour Reader* (Hutching, 1999) dan Kekuatan gel (FMC, 1977).

2.4 Analisis data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap masing-masing parameter mutu digunakan analisis beda dua rata-rata (uji t) dengan taraf nyata 5% dengan hipotesis :

H_0 = Nilai mutu pemanas *ohmic* sama dengan pemanas konvensional.

H_1 = Nilai mutu pemanas *ohmic* lebih tinggi dibandingkan dengan pemanas konvensional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Tepung Karagenan

Hasil pengujian mutu tepung karagenan hasil ekstraksi menggunakan pemanas *ohmic* dan pemanas konvensional, setelah dilakukan analisa statistik uji beda dua rata-rata dengan

memakai uji t dapat dilihat pada tabel 1. Dari tabel 1 menunjukkan bahwa untuk parameter rendemen perlakuan metode pemanas *ohmic* sama atau berbeda tidak nyata dari metode konvensional. Sedangkan uji beda dua rata-rata pada parameter kadar air, derajat putih, viskositas dan kekuatan gel metode pemanas *ohmic* berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan metode pemanas konvensional.

Tabel 1. Hasil Analisis Statistik Uji Beda Dua Rata-rata (Uji-t)

Nilai Rata-rata	Perlakuan		t_{hitung}	t_{tabel}	Kesimpulan
	<i>Ohmic</i>	Konvensional			
Rendemen (%)	45	42	0,946	2,920	ns
Kadar Air (%)	10	8	5,681	2,920	*
Derajat Putih (%)	77,63	74,27	7,601	2,920	*
Viscositas (cp)	6,02	4,57	3,590	2,920	*
Kekuatan Gel (gr/cm ²)	174	159	6,432	2,920	*

Keterangan :

ns = H_0 diterima (Pemanas *ohmic* nilai rata-rata sama atau berbeda tidak nyata dengan pemanas konvensional).

*) = H_0 ditolak (Pemanas *ohmic* nilai rata-rata lebih tinggi atau berbeda nyata dengan pemanas konvensional).

a. Rendemen

Rendemen merupakan parameter penting dalam menilai efektif tidaknya proses pembuatan tepung kerajinan. Efektif tidaknya proses ekstraksi bahan baku pembuatan tepung kerajinan dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan. Rendemen dihitung berdasarkan rasio berat tepung kerajinan yang dihasilkan dengan berat rumput laut kering.

Hasil analisa rendemen menunjukkan nilai rendemen tepung kerajinan yang di diperoleh dari metode pemanas *ohmic* sebesar 45% dan 42% metode pemanas konvensional. Dari kedua metode tersebut menunjukkan bahwa nilai rendemen kedua metode pemanasan pada proses ekstraksi telah memenuhi persyaratan mutu rendemen kerajinan (Departemen Perdagangan (1989) dan SNI 01-26901998 dalam Ega, dkk, 2016) yang mensyaratkan kadar kerajinan rumput laut kering tidak kurang dari 25 persen. Perlakuan metode *ohmic* lebih baik dalam menghasilkan rendemen dibanding dengan metode konvensional, karena pemanas metode *ohmic* selain menimbulkan panas yang cepat dan merata, juga dapat menyebabkan terjadinya permeabilitas dinding sel. Permeabilitas dinding sel yang meningkat dapat berperan dalam mempercepat proses reaksi, meningkatnya laju difusi senyawa melewati dinding sel, dan mampu meningkatkan rendemen ekstraksi rumput laut (Salangke, 2000 dan Supratomo, 2014).

b. Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Berdasarkan hasil percobaan, kadar air tepung kerajinan yang diperoleh dari metode pemanas *ohmic* rata-rata sebesar 8% dan 10% untuk metode pemanas konvensional. Kadar air yang dihasilkan pemanas *ohmic* lebih rendah dibandingkan dengan metode konvensional hal ini dapat dijelaskan pada pemanasan *ohmic* bahan akan mengalami pengaruh medan listrik mengakibatkan pembentukan pori-pori pada dinding sel sehingga meningkatkan permeabilitas dinding sel yang mengakibatkan laju kecepatan pengeringan meningkat, sehingga dengan lama pengeringan yang sama akan menghasilkan kadar air yang

lebih rendah. Berdasarkan ketentuan SNI 8391-1:2017 tentang kadar air tepung karagenan maksimal yaitu sebesar 12%, maka kadar air yang dihasilkan dari kedua metode tersebut sudah memenuhi syarat mutu tepung karagenan. Menurut Winarno, (1996) menyatakan bahwa kandungan air 8-12% dalam bahan makanan mempunyai daya tahan bahan makanan terhadap mikroorganisme dalam pertumbuhannya.

c. Warna (Derajat Putih)

Warna merupakan salah satu mutu yang sangat penting dalam menentukan penerimaan produk pada konsumen. Bahkan warna dijadikan parameter mutu yang sangat penting karena warna suatu produk sangat dipertimbangkan oleh konsumen sebelum menilai mutu yang lain. Warna juga bisa dijadikan petunjuk terhadap perubahan kimia terhadap makanan, seperti pencoklatan, dan karamelisasi. Pengukuran warna menggunakan *colourreader* menghasilkan data berupa nilai L, a*, dan b*. Lambang L menunjukkan tingkat kecerahan berdasarkan warna putih, lambang a menunjukkan kemerahan atau kehijauan, dan lambang b menunjukkan kekuningan atau kebiruan. Lambang L mempunyai nilai dari 0-100, nilai 0 menyatakan warna hitam atau gelap, sedangkan 100 menyatakan warna putih atau terang (Hutching, 1999).

Kecerahan atau derajat putih tepung karagenan ditunjukkan dengan nilai L, hasil dari ekstraksi metode pemanas *ohmic* dan konvensional masing-masing sebesar 77,63% dan 74,27%. Derajat putih tepung karagenan hasil ekstraksi menggunakan pemanas *ohmic* lebih baik dibandingkan menggunakan pemanas konvensional hal ini disebabkan panas yang dihasilkan metode *ohmic* lebih cepat dan seragam sehingga meminimalkan kerusakan struktur bahan, nutrisi dan sifat sensoris produk pangan (Nguyen, 2013). Derajat putih tepung karagenan hasil ekstraksi menggunakan pemanas *ohmic* dan pemanas konvensional telah memenuhi standar SNI 8391-1:2017 yang mensyaratkan warna tepung karagenan mulai dari kekuningan hingga putih.

d. Viskositas

Viskositas merupakan salah satu sifat fisik tepung keraginan yang cukup penting. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan karagenan hasil ekstraksi dan sebagai pembanding hasil uji mutu antara pemanas *ohmic* dan konvensional. Berdasarkan hasil penelitian, viskositas tepung karagenan hasil ekstraksi pemanas *ohmic* dan pemanas konvensional berturut-turut adalah 6,02 cPs dan 4,57 cPs. Dari kedua perlakuan tersebut menunjukkan bahwa nilai viskositas tepung karagenan hasil ekstraksi menggunakan pemanas *ohmic* lebih tinggi dibandingkan dengan pemanas konvensional, hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan dengan menggunakan pemanasan *ohmic* lebih cepat (Nguyen, 2013). Heriyanto, dkk, (2018) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu ekstraksi semakin turun nilai viskositasnya karena terjadi penurunan gugus sulfat dan tingginya pembentukan 3,6 anhidrogalaktosa. Tepung karagenan hasil ekstraksi menggunakan pemanas *ohmic* memenuhi standar SNI 8391-1:2017 sedangkan tepung karagenan hasil pemanas konvensional belum memenuhi standar SNI yang mensyaratkan nilai viskositas tepung karagenan minimal 5 cPs.

e. Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan sifat fisik karagenan yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karagenan dalam pembentukan gel. Glicksman M. (1969) menyatakan bahwa salah satu sifat fisik yang penting pada karagenan adalah kekuatan untuk membentuk gel yang disebut sebagai kekuatan gel. Menurut Fardiaz, (1989), pembentukan

gel adalah suatu fenomena penggabungan atau pengikatan silang rantai-rantai polimer sehingga terbentuk suatu jala tiga dimensi bersambungan. Selanjutnya jala ini menangkap atau mengimobilisasikan air di dalamnya dan membentuk struktur yang kuat dan kaku.

Peningkatan kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6 anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. Semakin kecil kandungan sulfatnya semakin kecil pula viskositasnya tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Kekuatan gel tepung karagenan hasil pemanasan *ohmic* dan konvensional berturut-turut 174 gr/cm² dan 159 gr/cm². Nilai kekuatan gel yang dihasilkan pemanas *ohmic* lebih tinggi dibandingkan pemanas konvensional hal ini dapat dijelaskan bahwa pemanasan *ohmic* dapat meningkatkan permeabilitas rumput laut sehingga semakin tinggi karagenan yang terlepas dari dinding sel rumput laut. Penggunaan panas *ohmic* menyebabkan terjadinya proses penurunan gugus 6-sulfat sehingga pembentukan ikatan 3,6 anhidrogalaktosa untuk menjadi struktur *double helix* makin tinggi dan pada akhirnya kekuatan gel yang dihasilkan makin tinggi pula. Viskositas berpengaruh terhadap pembentukan gel, viskositas tepung karagenan yang rendah akan menghasilkan kekuatan gel yang rendah (Sormin, 2018).

Kekuatan gel tepung karagenan hasil ekstraksi menggunakan pemanasan *ohmic* dan konvensional belum memenuhi standar SNI 8391-1:2017 yang mensyaratkan nilai kekuatan gel tepung karagenan minimal 700 gr/cm², diduga karena kekuatan gel karagenan selain dipengaruhi oleh proses selama ekstraksi juga dipengaruhi oleh lokasi rumput laut dibudidayakan dan umur rumput laut saat dipanen (Fathoni dan Apri, 2020).

4. KESIMPULAN

Hasil analisis statistik uji beda dua rata-rata dengan α 5% antara metode pemanas *ohmic* dan konvensional menunjukkan berbeda tidak nyata pada parameter rendemen dan berbeda nyata untuk parameter kadar air, derajat putih, viskositas serta kekuatan gel, dimana hasil ekstraksi pemanas metode *ohmic* lebih baik dibandingkan pemanas konvensional

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan dukungan dalam penelitian dan penulisan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edisi ke-14. Washington, D.C.
- Arjani, Thahya, M., dan Nancy, D.,W., (2017). Karakteristik Karagenan Semi-Murni Dari Rumput Laut *Kappaphycus stratum* dan *Kappaphycus alvarezii*, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 31(2), <http://journal.ipb.ac.id/Index.php/jtip>
- Asikin, A.N. dan Kusumaningrum, I. (2019). Karakteristik Fisikokimia Karagenan Berdasarkan Umur Panen yang Berbeda dari Perairan Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 136-142.
- Departemen Perdagangan. 1989. Ekspor Rumput Laut Indonesia. Jakarta. hlm 57. FAO. 1990. Training Manual on *Gracilaria* Culture and Seaweed Processing in China. Rome. p 37-42
- Desiana, E. and Tri Y. Hendrawati (2015). Pembuatan Karagenan dari *Euclima Cottonii* dengan Ekstraksi KOH Menggunakan Variabel Waktu Ekstraksi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta 2015*, Universitas Muhammadiyah Jakarta,

- <https://www.neliti.com/id/conferences/semnastek-umj/2015>.
- Ega, L., Cynthia, Gracia, C., L., dan Firat, M., (2016), Kajian Mutu Karagenan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5 (2) 2016, www.jatp.ift.or.id
- Fardiaz, D. 1989. Hidrokoloid. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan
- Fathoni, D., A., dan Apri A. (2020). Kualitas Karagenan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Pada Lahan Yang Berbeda Di Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep, *Juvenil*, *Volume 1, No. 4, 2020*, <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil>
- FMC Corp. (1977). Carragenan. Marine Colloid Monograph Number One. Springfield, New Jerney. USA Marine Colloids Division FMC Corporation. Hlm 23-29.
- Glicksman M. 1969. Gum Technology in the Food Industry. New York: Academic Press. p 214- 224.
- Heriyanto, H., Kustiningsih, I. Dan Sari.D.K., 2018. The Effect of Temperature and Time of Extraction on The Quality of Semi Refined Carrageenan, *MATEC Web Cont* 154, 15401034.
- Hutching, J.B. 1999. Food Color and Appearance. Maryland : Aspen publisher Inc
- KKP, (2020a). Genjot Nilai Ekspor, KKP Targetkan Produksi 10,99 Juta Ton Rumput Laut di 2020, 18 Januari 2020, Jakarta : Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia. <https://kkp.go.id/artikel/16505-genjot-nilai-ekspor-kkp-targetkan-produksi-10-99-juta-ton-rumput-laut-di-2020>
-, (2020b) Di Tengah Wabah Covid-19, KKP Optimistis Ekspor Rumput Laut Terus Berjalan, 27 April 2020, Jakarta : Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia. <https://kkp.go.id/artikel/19004-di-tengah-wabah-covid-19-kkp-optimistis-ekspor-rumput-laut-terus-berjalan>
-, (2021). Indonesia Produsen Rumput Laut Terbesar Kedua Dunia, 8 Oktober Desember, 2021, Jakarta : Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia. <https://petroenergy.id/article/indonesia-produsen-rumput-laut-terbesar-kedua-dunia?c=maritime>,
- Nguyen, L.T., Choi W., Lee, S.H. and June, S., 2013. Exploring The Heating Pattern Of Multiple Food In A Continues Flow, Simulton Microwave And Ohmic Combination Heater, *J. Food Eng.* 116
- Salengke, S. (2000). Electrothermal effects of ohmic heating on biomaterials: temperature monitoring, heating of solid–liquid mixtures, and pretreatment effects on drying and oil uptake. Ph.D. Dissertation, The Ohio State University
- [SNI] Standar Nasional Indonesia SNI 01-2690-1998,1998.Rumput Laut Kering.
..... SNI 8391-1:2017. 2017 Karagenan Murni, Refined Carrageenan – Bagian 1, Kappa Karagenan – Syarat Mutu dan Pengolahan, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Sormin, R.B.D., Dwight, S., Saiful, Agustina, R., dan Ferdinandus S., J., (2018). Sifat Fisiko-Kimia Semi Refined Carrageenan dari Kota Ambon dan Kabupaten Maluku Tenggara Barat, *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Volume 21, Nomor1 : 92-98
- Supratomo, Salangke dan Abdul, A., (2012). Karakteristik Pemanasan *ohmic* Selama Proses Alkalisasi Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii*, Seminar Nasional Perteta, Universitas Udayana, Denpasar
- Supratomo, Salangke, Mursalim dan Risal, N., R., S., (2014). Penggunaan Pemanas *ohmic* untuk ekstraksi Karagenan Murni dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*, Seminar Nasional Perteta, Yogyakarta,
- Winarno F.G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. 112 hlm