

PENGARUH KONSENTRASI PELARUT DAN LAMA EKSTRAKSI PADA PRODUKSI KARAGENAN

Marselino S. Gerung¹, Roike I. Montolalu², Helen J. Lohoo², Verly Dotulong², Nurmeilita Taher², Feny Mentang², Grace Sanger².

¹Mahasiswa pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan FPIK UNSRAT Manado. 95115.

²Staf Pengajar pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan FPIK UNSRAT Manado. 95115.

E-mail: marselino_gerung@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to obtain carrageenan from red seaweed *Kappaphycus alvarezii* using the steam method. In this study the treatment of 4% NaOH and 5% KOH was used and the extraction time was 7 hours and 10 hours. The stages of making carrageenan are; drying, soaking, washing, extraction, settling, filtering, drying and grinding. The results of this study showed that the highest yield was in 4% NaOH treatment, 10-hour extraction time was equal to 18.15%. The lowest water content was obtained from 5% KOH treatment, 10 extraction time which was 1.9%. The best pH value is in 4% NaOH treatment, 10 hours extraction time is 7.58. The best results of gel strength were obtained from 5% KOH treatment, 7 hours extraction time which was 78.3 mm/g/sec.

Keyword: Carrageenan, *Kappaphycus alvarezii*, Steam Method, NaOH, KOH.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karaginan dari rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* dengan menggunakan metode uap. Pada penelitian ini digunakan perlakuan konsentrasi NaOH 4% dan KOH 5% dan waktu ekstraksi 7 jam dan 10 jam. Tahapan pembuatan karaginan ini adalah pengeringan, perendaman, pencucian, ekstraksi, pengendapan, penyaringan, pengeringan dan penggilingan. Hasil penelitian ini diperoleh rendemen terbanyak ada pada perlakuan NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam yaitu sebesar 18,15%. Kadar air yang paling rendah diperoleh dari perlakuan KOH 5%, waktu ekstraksi 10 yaitu sebesar 1,9%. Nilai pH terbaik ada pada perlakuan NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam yaitu sebesar 7,58. Hasil penelitian kekuatan gel paling terbaik diperoleh dari perlakuan KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam yaitu sebesar 78,3 mm/g/det.

Kata kunci: Karaginan, *Kappaphycus alvarezii*, Metode Uap, NaOH, KOH.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan dunia terhadap karaginan terus mengalami peningkatan dengan bertambahnya penduduk di dunia terutama di Indonesia. Karena itu, sangat diperlukan adanya upaya serius untuk memacu produktivitas rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* sebagai sumber karaginan, baik secara kualitas maupun kuantitas.

Sejak dicanangkannya rumput laut dalam program revitalisasi, hingga saat ini pemerintah berupaya mengembangkan industri hilir rumput laut melalui pengembangan industri yang bernilai tambah yaitu *alkali treated cottonii* (ATC) dan *refined carrageenan* (RC). Upaya tersebut dalam rangka menambah devisa negara, dan memfasilitasi masyarakat yang umumnya hidup di wilayah pesisir dalam mengelola rumput laut menjadi karagenan.

Ekstraksi rumput laut menghasilkan dua jenis karaginan yaitu *semi refined carrageenan* (SRC) dan *refined carrageenan* (karaginan murni). Proses ekstraksi karaginan dari rumput laut dengan penambahan alkali dapat meningkatkan sifat-sifat mekanis gel karagenan (Campo *et.al.*, 2009). Penelitian yang telah dilakukan (Panggabean *et.al.*, 2018) ekstraksi karaginan rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* dengan perlakuan perendaman pelarut KOH 4% dan NaOH 3% mendapatkan rendemen menggunakan pelarut NaOH sebesar 10% dan KOH sebesar 14%, kadar air dari pelarut NaOH sebesar 3,75% dan KOH sebesar 5%, dengan lama ekstraksi yaitu 5 jam dengan suhu 70°C.

Proses produksi karaginan secara umum dilakukan dengan metode pengendapan dan perebusan dalam panci yang memakan banyak waktu dan tenaga selama proses pembuatan karagenan. Dalam rangka menunjang program pemerintah dalam pengembangan industrialisasi

rumpaut laut di hilir, maka teknologi sederhana dalam memproduksi karaginan dengan metode uap dapat dijadikan acuan untuk diterapkan dan dikembangkan pada skala UKM (Usaha Kecil Menengah). Proses produksi karaginan dengan metode uap adalah metode yang sebelumnya sudah dilakukan oleh Panggabean *et.al.* (2018), proses ekstraksi rumput laut dengan metode uap sangat berbeda jauh dari metode yang lainnya dimana tidak terlalu banyak menghabiskan waktu dan tenaga selama proses pembuatan karagenan. Dengan diharapkannya metode uap ini dapat menghasilkan karaginan dengan kualitas yang dapat memenuhi standar yang telah dipersyaratkan oleh FAO.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan alat

Bahan baku penelitian ini adalah rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* diperoleh dari Pulau Nain, Sulawesi Utara. Bahan penunjang penelitian yaitu NaOH yang didapatkan dari toko CV. Intraco Makassar, KOH, dan KCL yang didapatkan dari PT. Nitra kimia Yogyakarta serta akuades yang didapatkan dari Apotek Gracia.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, wadah dengan muatan $\pm 10L$, timbangan digital 4 digit, gelas ukur 100mL, spatula, kertas lakmus, kain saring (*blacu*), Beaker glass 1000mL, gunting, kuai besar (*belanga*), mesin uap (dirancang oleh Panggabean *et.al.*, 2018), saringan, aluminium foil.

Metode Penelitian

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua Perlakuan yaitu:

Perlakuan konsentrasi (A) alkali yang terdiri atas dua taraf:

A1 = Konsentrasi NaOH 4%

A2 = Konsentrasi KOH 5%

Perlakuan lama ekstraksi (B) terdiri atas dua taraf:

B1 = 7 jam

B2 = 10 jam

Tata Laksana Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah modifikasi penelitian yang telah dilakukan oleh Panggabean *et.al.* (2018). Berikut ini adalah diagram alir ekstraksi pembuatan karaginan:

1. Persiapan bahan baku

Bahan baku rumput laut kering *Kappaphycus alvarezii* yang diperoleh, dikeringkan sekitar 1–2 jam dengan sinar matahari sebelum diproses menjadi karagenan. Rumput laut kering kemudian dikebas-kebas sampai butiran-butiran material tidak menempel lagi. Rumput laut kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital masing-masing 200gr x 4 wadah untuk kemudian direndam dengan larutan konsentrasi NaOH 4% dan KOH 5%.

2. Perendaman dengan NaOH dan KOH

Rumput laut dicuci dengan air biasa dan direndam selama 30 menit. Kemudian rumput laut masing-masing direndam dengan NaOH (4%) dan KOH (5%) selama 12 jam. Adapun perbandingan massa rumput laut dengan NaOH maupun KOH adalah 1:20 (gr/ml). Setelah 12 jam direndam, rumput laut dinetralkan dengan menggunakan air biasa hingga mencapai pH 7–9. Kemudian rumput laut dipotong kecil-kecil ukuran ± 2 cm.

3. Ekstraksi karaginan dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii*

Karaginan dari rumput laut diekstraksi dengan menggunakan metode uap (kuali besar yang telah dimodifikasi menjadi mesin uap). Rumput laut yang sudah dipotong-potong dimasukan dalam wadah ekstraksi dengan perbandingan 1:20 kemudian dimasak atau ekstraksi dengan menggunakan metode uap/mesin uap yang dirancang sendiri pada suhu 65–75°C dengan waktu 7 dan 10 jam. Setelah itu, sampel disaring menggunakan kain saring kemudian dihasilkan filtrat. Filtrat ditampung dalam wadah lalu tambahkan KCl (1,5%/1000 ml filtrat). Pengendapan dengan KCl dilakukan selama 15 menit, dan serat yang timbul disaring serta dicuci dengan menggunakan akuades. Sampel diletakkan dalam wadah pencetak untuk kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60–70°C kemudian ditimbang dan dihaluskan.

Prosedur Analisa

Analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rendemen (AOAC, 2005), Kadar Air (AOAC, 1995), pH (AOAC, 2005), dan Kekuatan gel, (Distantina *et.al.*, 2010).

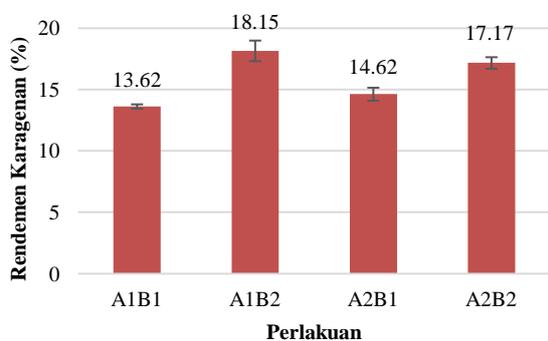
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berat karagenan yang terkandung dalam rumput laut kering dan dinyatakan dalam persen. Rendemen karagenan yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar 13,75–18,7% dapat dilihat pada (Gambar 1).

Tabel 1. Hasil Analisa Rendemen Tepung Karagenan Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*.

Kode sampel	Ulangan %		Rata-rata % Rendemen	Standev %
	1	2		
A1B1	13,75	13,50	13,62	0,18
A1B2	18,75	17,56	18,15	0,84
A2B1	14,25	15,00	14,62	0,53
A2B2	17,50	16,84	17,17	0,47



Gambar 1. Histogram Rendemen Tepung Karagenan Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*.

Ket. A1B1 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A1B2 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam)
 A2B1 (KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A2B2 (KOH 5%, waktu ekstraksi 10 jam)

Berdasarkan hasil analisa rataan rendemen karagenan dengan metode uap dapat dilihat pada (Tabel 1) menunjukkan bahwa nilai rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan A1B2 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam) sebesar 18,15% dan nilai rendemen terendah yaitu 13,62% dari perlakuan A1B1 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 7 jam). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Panggabean *et.al.*, 2018) menunjukkan rendemen ekstraksi karagenan dari pelarut KOH 4% dan NaOH 3% masing-masing 14% dan 10% dengan waktu ekstraksi yaitu 5 jam, penelitian yang dilakukan oleh Ega (2015), menunjukkan bahwa rendemen yang diperoleh dengan metode endapan pada waktu ekstraksi 19 jam yaitu sebanyak 46,39%, sedangkan pada waktu ekstraksi 16 jam rendemen yang diperoleh yaitu 40,14%, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Ningshi (2014), rendemen yang dihasilkan dari

penggunaan konsentrasi NaOH 8% dan konsentrasi NaOH 4% berkisar antara 37,3–68,67% dengan waktu ekstraksi 19 jam.

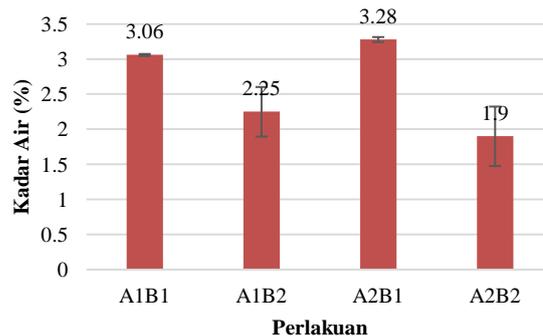
Rendemen karagenan mengalami peningkatan pada setiap penambahan waktu ekstraksi pada konsentrasi perlakuan pelarut NaOH ataupun KOH (Gambar 1). Menurut Hudha *et.al.*, (2012) pelarut alkali sangat diperlukan dalam proses ekstraksi rumput laut menjadi karagenan, karena pelarut alkali dapat meningkatkan daya larut karagenan dalam air dan mencegah terjadinya reaksi hidrolisis ikatan glikosidik pada molekul karagenan.

Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air dan bahan volatile dalam karagenan. Kadar air tepung karagenan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 1,90–3,06%. Kadar air terendah diperoleh dari A2B2 (KOH 5%, waktu ekstraksi 10 jam) sebesar 1,90 dan nilai rata-rata tertinggi dari perlakuan A2B1 (KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam) data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar air hasil penelitian ini berada dalam standar karagenan yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum sebesar 12%.

Tabel 2. Hasil Analisa Kadar Air Tepung Karagenan.

Kode sampel	Ulangan %		Rata-rata % Kadar air	Standev %
	1	2		
A1B1	3,05	3,07	3,06	0,01
A1B2	2,00	2,50	2,25	0,35
A2B1	3,25	3,30	3,28	0,04
A2B2	1,60	2,20	1,90	0,42



Gambar 2. Histogram Kadar Air Tepung Karagenan Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*.

Ket. A1B1 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A1B2 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam)
 A2B1 (KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A2B2 (KOH 5%, waktu ekstraksi 10 jam)

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Panggabean *et.al.*, (2018) menghasilkan kadar air untuk perlakuan NaOH 3% yaitu sebesar

3,75 sedangkan untuk perlakuan KOH 4% sebesar 5%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Erjanan (2017) menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 22,37% pada konsentrasi KOH 0,01%, sedangkan pada konsentrasi KOH 0,15% menghasilkan kadar air sebesar 17,75%. Berdasarkan hasil penelitian ini (Gambar 2) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi alkali dan waktu ekstraksi mempengaruhi kandungan air dalam tepung karaginan menjadi lebih rendah, hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan larutan alkali dalam mengekstrak dan menghambat terjadinya peningkatan air dalam molekul rumput laut *Kappaphycus alvarezii* sehingga kadar air menjadi berkurang.

Kadar air karaginan yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jenis dan umur rumput laut yang digunakan serta teknik ekstraksi yang dipakai dalam pembuatan karaginan. Penelitian yang dilakukan oleh Anwar *et. al.* (2013) bahwa penurunan kadar air alginat diakibatkan adanya suasana basa dari larutan KOH yang mampu menghambat terjadinya suatu peningkatan air dalam molekul alginat, dengan meningkatnya konsentrasi KOH yang digunakan maka dapat mengurangi garam-garam mineral yang terkandung di dalamnya. Selain itu, teknik pengeringan yang digunakan menjadi faktor utama yang mempengaruhi kadar air karaginan yang dihasilkan. Pengeringan hasil penelitian ini menggunakan alat kabinet drier dengan suhu oven berkisar antara 60–80°C dengan waktu pengeringan yaitu 3–4 jam.

pH

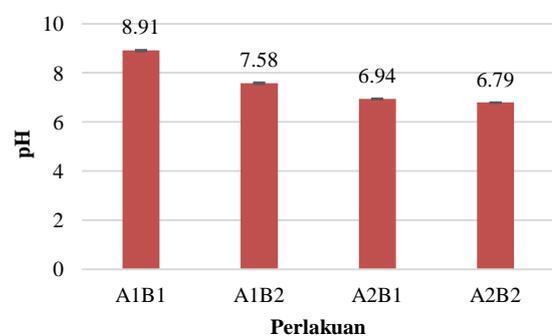
Dari hasil penelitian ini hasil uji nilai rata-rata stabilitas pH berkisar antara 6,79–8,91 dapat dilihat pada (Tabel3).

Karagenan akan stabil pada pH 7 atau lebih, tetapi pada pH yang lebih rendah stabilitasnya akan menurun bila terjadi peningkatan suhu menurut Glicksman (1983). Kappa karagenan dan iota karaginan dapat digunakan sebagai pembentuk gel pada pH rendah tetapi kappa karagenan dan iota karaginan tidak mudah terhidrolisis sehingga tidak dapat digunakan dalam pengolahan pangan pada pH rendah (3,0–4,0) (Moirano,1977). Hasil penelitian yang dilakukan (Panggabean 2018) stabilitas pH untuk sampel A (NaOH 3%) adalah 8,06 dan

sampel B (KOH 4%) adalah 8,69 menunjukkan bahwa stabilitas pH yang diperoleh bermutu baik. Stabilitas pH pada penelitian ini (Gambar 3) menunjukkan bahwa stabilitas pH untuk perlakuan A2B2 ada pada pH asam. Hal ini disebabkan saat proses pemisahan filtrate ke endapan dimana perlakuan A2B2 mendapatkan perlakuan paling terakhir sehingga memicu terjadinya hidrolisis karbohidrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih kompleks sehingga kandungan keasaman pada filtrates makin meningkat sedangkan pada perlakuan A1B1 mendapatkan hasil nilai pH yaitu sebesar 8,91 yang merupakan pH basa hal ini disebabkan oleh konsentrasi alkali NaOH 4% yang mempunyai sifat basa kuat sehingga mempengaruhi nilai pH menjadi basa. Jadi stabilitas pH penelitian ini mendapatkan hasil mutu karaginan yang telah memenuhi syarat karena batas pengolahan pangan mensyaratkan pH karaginan harus di atas 3,0–4,0 stabilitas pH.

Tabel3. Hasil Uji Stabilitas pH pada Tepung Karagenan.

Kode sampel	Ulangan		Rata-rata pH	Standev
	1	2		
A1B1	8,89	8,93	8,91	0,03
A1B2	7,55	7,60	7,58	0,04
A2B1	6,95	6,92	6,94	0,02
A2B2	6,80	6,78	6,79	0,01



Gambar 3. Histogram pH Tepung Karagenan Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*.

Ket. A1B1 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A1B2 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam)
 A2B1 (KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A2B2 (KOH 5%, waktu ekstraksi 10 jam)

Gel Strength

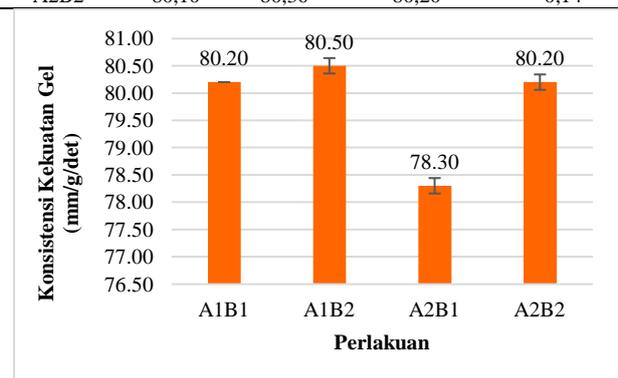
Hasil analisa rata-rata kekuatan gel tepung karagenan yang diperoleh dari hasil penelitian ini berkisar antara 78,30–80,50 mm/g/det dapat dilihat pada (Gambar 4).

Menurut (Suwanto 2012) dalam bidang industri penetrometer digunakan untuk

menentukan nilai kekenyalan atau kekerasan dari sejumlah bahan. Nilai kekerasan dan kekenyalan ini disebut dengan konsistensi bahan. Semakin lunak/encer sampel, penekan penetrometer akan tenggelam makin dalam dan menunjukkan angka yang lebih besar.

Tabel 4. Hasil Uji Kekuatan Gel pada Tepung Karagenan.

Kode sampel	Ulangan		Rata-rata mm/g/det	Standev
	1	2		
A1B1	80,20	80,20	80,20	0,00
A1B2	80,40	80,60	80,50	0,14
A2B1	78,20	78,40	78,30	0,14
A2B2	80,10	80,30	80,20	0,14



Gambar 4. Histogram Kekuatan Gel pada Tepung Karagenan Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*.

- Ket. A1B1 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A1B2 (NaOH 4%, waktu ekstraksi 10 jam)
 A2B1 (KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam)
 A2B2 (KOH 5%, waktu ekstraksi 10 jam)

Analisis rataan kekuatan gel (Tabel 4) menunjukkan bahwa kekuatan gel terbaik ada pada perlakuan A2B1 (KOH 5%, waktu ekstraksi 7 jam) yaitu 79,63 mm/g/det dari total keseluruhan nilai konsistensi yaitu 370 mm/g/det. Penetrometer yang digunakan dalam pengujian kekuatan gel ini adalah penetrometer buatan Jerman dengan satuan konsistensi mm/g/det, dideskripsikan semakin kecil angka/nilai yang ditunjukkan maka tingkat kekenyalan kekuatan gel yang terkandung di dalam tepung karagenan semakin baik. Tingginya kekuatan gel karena kadar sulfat yang terkandung dalam tepung karagenan rendah. Dengan ditingkatkannya konsentrasi KOH dan NaOH dalam ekstraksi karagenan dapat meningkatkan kekenyalan gel sehingga angka konsistensi semakin kecil.

Sedangkan pada konsentrasi KOH meningkatnya kekuatan gel karena kemampuan alkali melepaskan sulfat pada C6 dan bersamaan dengan itu terjadi pembentukan 3,6-anhidrogalaktosase hingga rantai polimer karagenan menjadi teratur dan mengakibatkan

terjadinya peningkatan kemampuan struktur helix untuk membentuk gel (Alpis, 2002). Dapat disimpulkan kekuatan gel dari tepung karagenan yang diekstraksi dengan metode uap memiliki kemampuan dalam membentuk kekuatan gel yang sangat baik karena angka atau nilai konsistensi yang dihasilkan kecil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil data uji penelitian ekstraksi karagenan rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* dengan metode uap yang telah dilakukan, dapat diperoleh data rata-rata rendemen berkisar 13,62–18,15%, kadar air 1,9–3,28%, kadar abu 14,31–18,46%, pH 6,79–8,91, dan kekuatan gel 78,3–80,5 mm/g/det.

Perlakuan konsentrasi dan waktu ekstraksi memberikan pengaruh nyata terhadap proses pembuatan karagenan maupun hasil terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, pH dan kekuatan gel.

Metode pembuatan karagenan ini dengan menggunakan metode uap telah terbukti menghasilkan karagenan murni dari rumput laut merah jenis *Kappaphycus alvarezii* dengan mutu karagenan yang telah memenuhi syarat FAO jika dilihat dari hasil yang diperoleh dari masing-masing analisis yang dilakukan, karena nilai rata-rata uji analisis berada dalam standar yang ditetapkan oleh FAO.

Saran

Perlu penelitian lanjutan untuk metode uap ini dalam mendapatkan hasil rendemen yang lebih banyak dan tingkat kesukaan atau organoleptik.

Perlu adanya modifikasi alat yaitu dengan ditambahkan shaker pada wadah ekstraksi mesin uap.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists 18th ed. Chemist Inc. New York.
- Alpis. (2002) Mempelajari Pembuatan Kloro Karagenan dari Rumput Laut Jenis *Euचेuma cottonii* dengan Penambahan Kombinasi Beberapa Konsentrasi KOH dan KCL (Skripsi). Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Arfini, F. (2011) Optimasi Proses Ekstraksi Pembuatan Karagenan Dari Rumput Laut Merah (*Euचेuma cottonii*) Serta Aplikasinya Sebagai Penstabil Pada Sirup Markisa (Tesis). Bogor. Institut Pertanian Bogor.

- Atmadja, W., S. (2012). Apa Rumput Laut itu sebenarnya?. Diunduh pada tanggal 12 September 2018 dari <http://www.coremap.or.id/print/article.php?id=264>.
- Atmadja WS., Kadi A. Sulistijo. Rachmaniar. 1995. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Jakarta :Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Atmadja WS, Kadi A, Sulistijo, Rahmaniar S. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Jakarta :Puslitbang Oseanologi LIPI.
- Anggadireja J.T. 1993. Potensi Makro Rumput Laut (*Seaweed*) sebagai Pangan dan Nilai Gizi Berbeda Jenis. Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi V. LIPI. Jakarta 20-22 April 1993.
- Anggadireja JT. 2011. Laporan forum rumput laut. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Bubnis WA. 2000. Carrageenan. <http://www.fmcbiopolymer.com/portals/bio/content/DOCS/pharmaceuticals/problem%20solver/section%2013%20carrageenan.pdf>. [8 September 2018].
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2015). Statistik Ekspor Impor Indonesia 2015
- Bunga, S.M, Montolalu, R.I, Harikedua, Montalalu, L, Watung, H, dan Taher, N. 2013. Karakteristik Sifat Fisika Kimia Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Berbagai Umur Panen yang Diambil dari Daerah Perairan Desa Arakan Kabupaten Minahasa Selatan. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol. 1 No.2
- Campo VL, Kawano DF, Silva DB, Ivone C. 2009. *Carragenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis - A review*. Carbohydrate Polymer 77: 167-180. <http://www.elsevier.com/locate/carbpol> [9 September 2018].
- Ditjenkan Budidaya, 2004. Petunjuk Teknis Budidaya Laut: Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* spp. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Distantina, S., Fadilah, Rochmadi, M. Fahrurrozi, dan Wiratni. 2010. Proses Ekstraksi Karaginan dari *Eucheuma cottonii*. Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Hal : 21: 1-6.
- Djohar, A. M., Timbowo, M., S., Mentang, F., (2018) Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Penyedap Rasa Alami Hasil Samping Perikanan dengan *Edible Coating* dari Karagenan. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol, 6, No 2.
- Dumondor, B., Makapedua, M., D., Taher, N., Dotulong, V., Mongi, L., E., Montolalu, I., R., (2019) Kualitas *Semi-Refined Carrageenan Chips* Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii* dengan Menggunakan *Cabinet Dryer*. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol, 7 No. 1.
- Edy, S., Ngangi, E., dan Mudeng, J. 2017. Analisis kelayakan lahan budidaya rumput laut (*Ulva* sp.) pada lokasi rencana pengembangan North Sulawesi *Marine Education Center* di Likupang Timur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Erjanan, S. Dotulong, V dan Montolalu, R. 2017. Mutu Karaginan dan Kekuatan Gel dari Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol. 5 No.2.
- FAO.(2010). *Cultured aquatic species information programme. Eucheuma spp. Cultured Aquatic Species Information Programme*. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome.
- Fardiaz. D. 1989. Hidrokoloid. Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Glicksman. M. 1983. Food *Hydrocolloids*. CRS Press. Inc. Florida. Volume II: 74-83.
- Guiseley. K.B., N.F. Stanley dan Whitehouse. 1980. *Carrageenan*. McGraw Hill co. New York. Pp: 199.
- Herliany E. N. (2011). Aplikasi Kappa Karaginan Dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Sebagai *Edible Coating* pada Udang Kupas Rebus (Tesis) Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- International Trade Center (ITC). (2015). Data Ekspor Impor Rumput Laut Dunia HS 121220, HS 121221, HS 121229, HS 130231, HS 130239 Periode 2010-2014.
- Kementerian Perdagangan (Kemendag). (2013). Memo Kebijakan: Upaya Peningkatan Efektivitas Sistem Resi Gudang Rumput Laut di Daerah Tertinggal. Diunduh pada tanggal 11 Agustus 2018 dari <http://www.kemendag.go.id/files/pdf/2013/01/07/memo-kebijakan-rumput-laut-id0-1357539890.pdf>.
- Kotler, P. (1997). Manajemen Pemasaran. Edisi millennium. Prentice Hall Indonesia, Jakarta.
- Lantah L. Puji, Montolalu L., Reo A. (2017) Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol,5 No. 3.
- Minghou TT. 2010. *Processing and extraction of phycocolloids*. China: Institute of Oceanology, Academia Sinica Qingdao. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB728E/AB728E09.htm>. [30 Agustus 2018].
- Montolulu R.I, Tashiro Y, Matsukawa S. Ogawa H. 2008. *Effects extraction parameters on gel properties of carrageenan from K. alvarezii (Rhodophyta)*. J Appl Phycol 20: 521-526.
- Musa, S., Sanger, G., Dien, A., H., (2017) Komposisi Kimia, Senyawa Bioaktif dan Angka Lempeng Total Pada Rumput Laut *Gracilla edulis*. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol, 5. No. 3.
- Mc Hugh DJ. 2003. *A Guide to The Seaweed Industry*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome: FAO.
- Moirano, A. L. (1977). *Sulfated Seaweed Polysaccharida: Food Colloids*. M.D. Graham (ed). Avi Pub. Co. Connc.
- Ningsih, F. L. 2014. Jenis dan Konsentrasi Alkali dengan Presipitasi KCl yang Berbeda Terhadap Mutu Karaginan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Asal Pulo Panjang Serang Banten. (Skripsi). Universitas Ageng Tirtayasa. Serang. 70 hlm.
- Neish IC. 1989. *Alkali treatment of carrageenan bearing seaweeds past, present and future*. FMC Corporation, Marine Colloid Div. 11 hlm.

- Nurmiah S. (2013) Proses Prosuksi Skala Pilot Plant dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan Pemetaan Potensinya. (Skripsi) Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Panggabean J. E., Dotulong, V., Montolalu I. R., Damongilala, L., Harikedua D. S., Makapedua, M. D. (2018) Ekstraksi Karaginan Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan Basa. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol. 6, No. 3.
- Patent EP0964876. 1998. *Method for extracting semi-refined carrageenan from seaweed.*
- Prasetyowati, Jasmine A. C., Agustawan D. 2008. Pembuatan tepung karaginan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) berdasarkan perbedaan metode pengendapan. Jurnal Teknik Kimia. 2 (15): 27–33.
- Rahman FA. 2009. Perancangan klaster aqua bisnis rumput laut *Eucheuma cottonii* di Kabupaten Lombok Timur [tesis]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Rizal, M., Mappiratu, dan A. R. Razak. 2016. Optimalisasi Produksi *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). Jurnal Kovalen. 2 (1): 33–38.
- Rifansyah, A. 2016. Isolasi Dan Karakterisasi Karaginan Dari Alga Merah *Eucheuma cottonii* Dengan Metode Pengendapan Garam Alkali. Universitas Bandar Lampung. Skripsi.
- Sahabati, S., Mudeng, J., Mondoringin, L. 2016. Pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) yang dibudidayakan dalam kantong jaring dengan berat awal berbeda di Teluk Talengen Kepulauan Sangihe. Universitas Sam Ratulangi.
- Saputra, R., 2012, Pengaruh Konsentrasi Alkali dan Rasio Rumput Laut-Alkali Terhadap Viskositas dan Kekuatan Gel *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*, Skripsi, Program Studi Keteknik Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sanger, G., Assa, R. Y., (2018) Pengembangan Produksi Minuman Rumput Laut *E. Cottonii* di Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang, Kota Manado. Universitas Sam Ratulangi. Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol. 6. No. 2.
- Sanger, G., 2009. Mutu Permen Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Unsrat. Manado.
- Stanley NF. 1987. *Production, properties and uses of carrageenan.* Di dalam: Mc Hugh DJ, editor. *Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds.* FAO Fish Tech Paper 288:116-146.
- Suwanto P. E. (2012) Studi Perancangan Penetrometer Digital Sebagai Alat Uji Konsistensi Bahan Berbasis Mikrokontroler (Skripsi), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Diakses 10 April 2019.
- Tempo. (2013). Indonesia Hanya Bisa Budidaya Tiga Rumput Laut. Edisi 13 Oktober 2018.
- Towle, A.G. 1973. *Carrageenan.* In : R.L. Whistler (Ed). *Industrial Gum :Polysaccharides and Their Derivates.* Academic Press. London. Pp 84–109.
- Wicaksono B. 1999. Formulasi gel pengharum ruangan dari karaginan [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Winarno. FG. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut.* Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Winarno. FG. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut.* Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Yunizal. 2004. *Teknologi Pengolahan Alginat.* Jakarta (ID): Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.