



## PEMANFAATAN MEMBRAN MIKROFILTRASI UNTUK PEMBUATAN *REFINED CARRAGEENAN* DARI RUMPUT LAUT JENIS *Eucheuma cottonii*

Novianto DK, Y. Dinarianasari, Aji Prasetyaningrum \*)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

### Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil rumput laut terbesar di dunia. Hal ini merupakan satu potensi ekonomi yang sangat besar karena pengolahan rumput laut menjadi tepung karaginan murni mampu menaikkan nilai tambah rumput laut. Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid dari rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Salah satu rumput laut merah penghasil karaginan adalah *Eucheuma cottonii*. Namun teknologi pasca panen yang ada masih kurang baik sehingga mutu karaginan Indonesia dinilai masih kurang memenuhi standar yang ada. Proses yang digunakan oleh industri secara umum adalah filtrasi dengan bantuan *filter aid*. Proses ini mempunyai kelemahan karena mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi yang berpengaruh pada proses filtrasi dan membandingkan produk karaginan hasil mikrofiltrasi. Metode yang digunakan antara lain ekstraksi alkali panas dan proses mikrofiltrasi. Berdasarkan hasil penelitian, filter dengan ukuran pori 2,5 mikron fluks paling baik diperoleh pada konsentrasi 0.3 % berat dan filter dengan ukuran pori 20 mikron fluks paling baik pada konsentrasi 0.2 % berat yang nilainya masing-masing sebesar 2.085 ml/cm<sup>2</sup>.s dan 4.0662 ml/cm<sup>2</sup>.s. Hasil uji karakterisasi yang meliputi uji viskositas, kadar sulfat dan kekuatan gel menunjukkan bahwa karaginan murni proses mikrofiltrasi dengan ukuran pori filter 2,5 mikron memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan karaginan murni dari proses mikrofiltrasi dengan ukuran pori filter 20 mikron.

Kata kunci : *Eucheuma cottonii*, Karaginan, Ekstraksi, mikrofiltrasi

### 1. Pendahuluan

*Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Karaginan yang dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* termasuk fraksi kappa-karaginan, sehingga secara taksonomi disebut *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1986).

Karaginan adalah suatu bentuk polisakarida linear dengan berat molekul di atas 100 kDa (Winarno 1996 ; WHO 1999). Karaginan tersusun dari perulangan unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidro galaktosa (3,6-AG). Keduanya baik yang berikatan dengan sulfat atau tidak, dihubungkan dengan ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,3 dan  $\beta$ -1,4 secara bergantian (FMC Corp 1977). Polimer alam ini memiliki kemampuan untuk membentuk gel secara *thermoreversible* atau larutan kental jika ditambahkan ke dalam larutan garam sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, pengental, dan bahan penstabil di berbagai industri seperti pangan, farmasi, kosmetik, percetakan, dan tekstil (Van de Velde et al., 2002; Campo et al., 2009).

Untuk mendapatkan karaginan, dapat dilakukan melalui penjedalan dengan KCl atau pengendapan dengan isopropil alkohol. Ditinjau dari segi ekonomis metode penjedalan dengan KCl lebih murah, tetapi dari segi kualitas metode pengendapan dengan isopropil alkohol menghasilkan mutu yang paling baik (Gliksman, 1983). Pada penelitian ini proses permurnian dilakukan dengan menggunakan KCl dengan teknologi filtrasi membran untuk mendapatkan kualitas karaginan yang baik dan murah dari segi ekonomis. Penggunaan membran bisa dipertimbangkan karena mekanisme pemisahan dengan membran yang berdasarkan pada *sieving mechanism*, yakni berdasarkan ukuran partikel yang melewati membran. Sehingga kemurnian karaginan serta kualitas yang diharapkan bisa terpenuhi dengan memanfaatkan teknologi membran.

Karaginan sangat penting peranannya sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. Sifat ini banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya (Bixler et al., 2001). Selain itu, saat ini karaginan juga mulai dikembangkan dalam dunia biomedis sebagai antioksidan, antikoagulan, antiviral, antikanker dan anti-inflamasi (Wijesekara et al., 2011).

Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi rumput laut Indonesia selalu mengalami pertumbuhan setiap tahun, pada 2006 sebesar 1,37 juta ton dan pada 2010 mencapai 3,9 juta ton.



Sementara itu, Kementerian Kelautan dan Perikanan sendiri menargetkan pencapaian produksi rumput laut sebesar 10 juta ton pada 2014. Oleh karena itu, dengan produksi rumput laut yang sangat besar maka prospek pembuatan karaginan murni sangat menjanjikan.

Spesifikasi mutu karaginan merupakan persyaratan minimum yang diperlukan bagi suatu industri pengolahan yang meliputi kualitas dan kuantitas hasil ekstraksi rumput laut. Spesifikasi *Refined Carrageenan* (RC) menurut FAO, ECC dan FCC meliputi rendemen, kadar sulfat, kekuatan gel, kadar abu, viskositas, dan kadar air.

Teknologi membran merupakan salah satu teknologi dalam proses pemisahan yang memanfaatkan suatu lapisan tipis untuk memisahkan komponen yang diinginkan dari campurannya.

Penggunaan teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses konvensional di pabrik, antara lain:

1. Pemisahan filtrat dapat dilakukan secara kontinu,
2. Pada umumnya penggunaan energi lebih rendah,
3. Proses pemisahan dengan membran dapat mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya,
4. Kondisi operasi pemisahan dengan membran mudah dikendalikan,
5. Mampu mengurangi penggunaan bahan kimia

Teknologi membran telah banyak diaplikasikan untuk pemurnian beberapa polimer seperti protein, polisakarida, oligosakarida, nukleotida dan gula (DeFrees, 2003; Yeh dan Dong, 2003). Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan membran diantaranya ukuran molekul, bentuk molekul, bahan membrane, karakteristik larutan dan parameter kondisi operasi.

Proses pemisahan dengan membran pada dasarnya terbagi menjadi 4 tipe membran proses, yaitu mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan *reverse osmosis*. Pada proses pemurnian karaginan, membran proses yang biasa digunakan adalah mikrofiltrasi (Uju et al., 2005) dan ultrafiltrasi (Osmond et al., 2002). Pada pemurnian karaginan, dengan mikrofiltrasi maka karaginan akan diperoleh sebagai produk pada permeate (yang lolos membran). Sedangkan pada ultrafiltrasi karaginan akan diperoleh sebagai produk pada bagian retentate (yang tertahan oleh membran).

## **2. Bahan dan Metode Penelitian**

### **Bahan**

Rumput laut kering diperoleh dari Jepara, Jawa Tengah. Bahan kimia yang digunakan antara lain KOH untuk mendapatkan ATC (*Alkali Treated Cottonii*) dan untuk ekstraksi ATC menjadi *Semi Refined Carrageenan* dan *Refined Carrageenan* serta KCl untuk mengendapkan filtrat hasil ekstraksi. Metode penyaringan menggunakan membran mikrofiltrasi dengan kertas saring Whatman No. 41 (ukuran pori 20 µm) dan No. 42 (ukuran pori 2.5 µm).

### **Metode Penelitian**

Rumput laut kering direndam dengan menggunakan aquadest selama 2 jam. Saring rumput laut tersebut kemudian direndam dengan menggunakan larutan HCl encer pH 5-6 selama 15 menit. Selanjutnya, rumput laut tersebut dicuci dengan air kemudian direndam dengan menggunakan larutan KOH. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam pada pH 9-10. Saring rumput laut tersebut, bilas dengan air lalu dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering, ekstraksi rumput laut dengan perbandingan rumput laut kering : aquadest 1 gr : 60 ml. Ekstraksi tersebut dilakukan pada suhu 75-85°C pH 8-9 selama 3 jam. Kemudian, saring dengan menggunakan penyaring konvensional. Filtrat diendapkan dengan menggunakan larutan KCl 2,5 % dengan perbandingan volume filtrat : larutan KCl sebesar 1:2. Kemudian, gel yang diperoleh dikeringkan. Karaginan yang diperoleh masih berupa *Semi Refined Carrageenan* (SRC). *Semi Refined Carrageenan* kemudian dilarutkan lagi pada suhu 75-85°C selama 30 menit. Kemudian, saring dengan menggunakan Whatman No. 41 dan No. 42. Karaginan akan diperoleh pada bagian permeate kemudian dikeringkan. Setelah kering kemudian dihaluskan untuk diuji mutu karaginan yang diperoleh.



Berdasarkan spesifikasi pasar untuk *refined carrageenan* maka dilakukan Analisa Mutu Karaginan yang meliputi:

1. Analisis Rendemen (FMC Corp 1977)

Analisis rendemen dilakukan dengan cara membandingkan berat tepung karaginan yang diperoleh dengan berat rumput laut kering yang digunakan. Rendemen dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat karaginan kering}}{\text{berat rumput laut kering}} \times 100\%$$

2. Analisis Kadar Air (AOAC 1995)

Sampel karaginan yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 1 gram. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven 105°C selama 30 menit, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang, perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut < 0,2 mg). Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

3. Analisis Kadar Sulfat (Rohmadi, et al 2011)

Karaginan sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 ml HCl 1 N dan direfluks sampai mendidih selama 30 menit. Larutan yang diperoleh dipindahkan ke dalam gelas piala dan dipanaskan sampai mendidih, kemudian ditambahkan 10 ml larutan BaCl<sub>2</sub> (tetes demi tetes sambil diaduk) di atas penangas air selama 5 menit. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring tak berabu. Perhitungan kadar sulfat adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar sulfat (\%)} = \frac{\text{berat endapan BaSO}_4 \times \frac{BM \text{ SO}_4}{BM \text{ BaSO}_4}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

4. Analisis Viskositas (FMC Corp 1977)

Larutan karaginan konsentrasi 1,5% dipanaskan dalam bak air mendidih sambil diaduk secara teratur hingga mencapai suhu 75°C. viskositas diukur menggunakan alat *viscosimeter* pada saat suhu larutan mencapai 75°C. Pembacaan dilakukan setelah 1 menit putaran penuh untuk spindle no 02. Viskositas yang terukur mempunyai satuan poise (1 poise = 100 centipoise)

5. Analisis Kekuatan Gel (Ceamsa, 1998)

Melarutkan 1,5 gram karaginan dalam aquades sebanyak 100 ml (konsentrasi larutan 1,5%). Larutan karaginan dipanaskan dalam *beaker glass* dengan pengadukan secara teratur menggunakan stirrer sampai suhu 80-85°C. Larutan karaginan panas dimasukkan ke dalam gelas plastik PVC (*Poly vinyl Chloride*) yang berdiameter ±4 cm dan dibiarkan pada suhu *chilling* (10°C) selama ±24jam. Untuk



mengukur kekuatan gel, larutan gel yang berada dalam gelas plastik diuji dengan *Texture Analyzer*, probe ukuran 1 KS, distance 25mm, dan *test speed* 5 mm/sec. Probe diposisikan di tengah wadah plastik larutan gel, probe diaktifkan dan dilakukan pengamatan. Pembacaan nilai dilakukan saat probe memecah permukaan gel.

6. Analisis Kadar Abu (AOAC 1995)

Penentuan kadar abu didasarkan menimbang sisa mineral sebagai hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar 550 oC. Cawan porselin dikeringkan di dalam oven selama satu jam pada suhu 105 oC, lalu didinginkan selama 30 menit di dalam desikator dan ditimbang hingga didapatkan berat tetap (A). Ditimbang sampel sebanyak 1 g (B), dimasukkan kedalam cawan porselin dan dimasukkan kedalam tanur listrik (furnace) dengan suhu 600 oC selama ± 6 jam. Selanjutnya cawan didinginkan pada desikator, kemudian ditimbang hingga didapatkan berat tetap (C). Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat A} + \text{B} - \text{C}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Tepung SRC hasil penelitian pendahuluan selanjutnya digunakan pada penelitian utama dengan aplikasi proses mikrofiltrasi menggunakan kertas saring Whatman no. 41 dan no. 42, sehingga diperoleh karaginan murni (*Refined Carrageenan*). Rendemen kertas saring Whatman no. 41 sebesar 14% dan no. 42 sebesar 11%.

Tabel 1.1. Karakteristik Hasil Karaginan Murni (*Refined Carrageenan*)

Kriteria	Spesifikasi*)	Produk RC			
		P.41	R.41	P.42	R.42
Viskositas 1,5% pada 75 °C	≥ 5 mPa/s	2.1 mPa/s	2.67 mPa/s	1.85 mPa/s	2.99 mPa/s
Kekuatan Gel (N/cm <sup>2</sup> )	11.768	0.12	1.04	1.49	1.13
Kadar Air	Max 12%	10.59%	11.76%	9.41%	11.76%
Kadar Sulfat	15-40%	19.17%	34.57%	32.10%	32.93%
Kadar abu	15-30%	18%	22%	20%	24%
Warna	Putih	Putih keruh	Putih keruh	Putih keruh	Putih keruh

Keterangan:

P.41 : Permeate Whatman 41

R.41 : Retentate Whatman 41

P.42 : Permeate Whatman 42

R.42 : Retentate Whatman 42

Sumber: \*)Shishi Xieli Ocean Biochemistry Co. 2012

Uji kadar sulfat menunjukkan bahwa ukuran pori kertas saring Whatman yang digunakan sebagai filter berpengaruh terhadap nilai kadar sulfat. Semakin kecil ukuran pori kertas saring maka kandungan sulfat semakin kecil. Namun pada permeate filter dengan ukuran pori 20 mikron terjadi anomali karena kadar sulfatnya lebih kecil dibandingkan permeate filter dengan ukuran pori 2,5 mikron. Hal yang mempengaruhi ini belum diketahui. Tingginya kandungan sulfat pada karaginan mempengaruhi nilai viskositas karaginan. Menurut Campo et al 2009, kandungan sulfat yang tinggi menyebabkan lebih banyak gaya tolak menolak antar gugus sulfat yang bermuatan negatif, sehingga rantai polimer kaku dan tertarik kencang, sehingga akan peningkatan viskositas.

Uji viskositas menunjukkan bahwa viskositas permeate menurun seiring dengan semakin kecilnya ukuran pori kertas saring Whatman yang digunakan. Hal tersebut terjadi diduga karena adanya perbedaan kandungan total padatan terlarut dan besarnya ukuran berat molekul antara larutan yang disaring dengan filtratnya. Semakin kecil ukuran pori kertas saring yang digunakan menunjukkan kenaikan viskositas retentate. Hal tersebut terjadi diduga karena semakin kecil ukuran pori maka padatan yang tertolak semakin banyak dan menaikkan nilai viskositas retentat. Selain itu, nilai viskositas dipengaruhi oleh kandungan sulfatnya. Semakin besar kandungan sulfat, maka nilai viskositas juga semakin besar.

Uji kekuatan gel menunjukkan bahwa semakin kecil kadar sulfat dan viskositas karaginan murni, maka nilai kekuatan gelnya semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin banyak kandungan sulfat, maka karaginan semakin mudah mengikat air. Sehingga saat terjadi pembentukan gel, jika banyak mengandung air maka gel tersebut sulit untuk dapat mempertahankan bentuknya jika mendapatkan tekanan. Oleh karena itu, kekuatan gelnya rendah. Namun pada permeate filter dengan ukuran pori 20 mikron terjadi anomali karena



kekuatan gelnya jauh lebih kecil dibandingkan permeat filter dengan ukuran pori 2,5 mikron. Jika dilihat dari nilai viskositasnya, seharusnya kekuatan gel permeat filter dengan ukuran pori 20 mikron tidak terlampaui dibawah permeat filter dengan ukuran pori 2,5 mikron Hal yang mempengaruhi ini belum diketahui.

Uji kadar abu menunjukkan bahwa ukuran pori kertas saring Whatman yang digunakan sebagai filter berpengaruh terhadap nilai kadar abu. Semakin kecil ukuran pori filter maka kandungan mineral yang lolos semakin kecil karena mineral banyak tertahan pada makromolekul yang tidak lolos filter. Besar kecilnya nilai kadar abu pada karaginan antara lain dipengaruhi oleh umur panen rumput laut. Bertambahnya umur panen cenderung menyebabkan kadar abu karaginan mengalami peningkatan. Selain itu rumput laut merupakan bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi karena kemampuannya dalam menyerap mineral yang berasal dari lingkungannya. Perairan dengan salinitas yang tinggi menyebabkan rumput laut mengandung banyak garam mineral (Wenno et al, 2012).

Uji kadar air menunjukkan bahwa ukuran pori kertas saring Whatman yang digunakan sebagai filter berpengaruh terhadap nilai kadar air. Semakin kecil ukuran pori filter maka ukuran partikel yang lolos semakin kecil sehingga air pada partikel lolos saring tersebut lebih mudah hilang pada proses pengeringan. Kandungan air karaginan yang terukur merupakan air terikat secara kimia sedangkan air bebas kemungkinan telah menguap (Wenno et al, 2012).

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan membran mikrofiltrasi dengan ukuran pori 20 mikron dan 2,5 mikron berpengaruh pada hasil karakteristik karaginan murni. Hasil uji karakterisasi yang meliputi uji viskositas, kadar sulfat, kadar abu, kadar air dan kekuatan gel menunjukkan bahwa membran mikrofiltrasi dengan ukuran pori 2,5 mikron memberikan hasil yang lebih baik.

#### 5. Daftar Pustaka

- Bixler, Harris J., Ruth Falshaw, Kevin Johndro. 2001. *Structure and Performance of Commercial Kappa-2 Carrageenan Extracts : 1. Structure Analysis. Food Hydrocolloids.*
- Campo, V.L., Kawano, D.F. da Silva Jr., D.B. dan Carvalho, I. 2009. *Carrageenans: Biological Properties, chemical modifications and structural analysis-A review.* Carbohydrat Polymers 77 p. 167-180.
- DeFrees. 2003. *Carbohydrate purification using ultrafiltration, reverse osmosis, and nanofiltration.* United State Patent. No 6.454.946.
- Doty MS. 1985. *Euclidean alvarezii sp.nov (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia.* Di dalam: Abbot IA, Norris JN (editors). *Taxonomy of Economic Seaweeds.* California Sea Grant College Program. p 37 – 45.
- , 1986. *Biotechnological and Economic Approaches to Industrial Development Based on Marine Algae in Indonesia.* Workshop on Marine Algae Biotechnology. Summary Report. Washington DC: National Academic Press. p 31-34.
- Doyle, J.P., Giannouli, P., Rudolph, B., dan Morris, E.R. 2010. *Preparation, authentication, rheology and conformation of theta carrageenan.* Carbohydrat Polymers 80 p. 648-654.
- FAO. 1990. *Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China.* Rome. p 37-42
- FAO. 2003. *Production and utilization of products from commercial seaweeds: Chapter 3.*
- FMC Corp. 1977. *Carrageenan.* Marine Colloid Monograph Number One. Marine Colloids Division FMC Corporation. Springfield, New Jersey. USA. p 23-29.
- GENU<sup>®</sup>, Carrageenan Book. 2001. CP Kelco U.S., Inc.
- Glicksman, M., 1983. *Food Hydrocolloid. Vol II.* CRS Press Inc. Boca Raton Florida.
- Imeson A. 2003. *Carrageenan.* Di dalam: Philips GO, Williams PA (editors). *Handbook of Hydrocolloids.* Wood Head Publishing. England. p 87 – 102.
- Jorgen Wagner. 2001. *Membrane Filtration Handbook Practical Tips and Hints, Second Edition.* Osmonic Inc.
- Kementrian Perindustrian dan Perdagangan. 2012. Outlook Industri.
- Mangione, M.R., Giacomazza, D., Bulone, D., Martorana, V., Cavallaro, G. dan San Biagio, P.L. 2004. *K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> effects on the gelation properties of k-Carrageenan.* Biophysical Chemistry 113 p. 129– 135
- Montero, P. dan Mateos, M. P. 2002. *Effects of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> on gels formed from fish mince containing a carrageenan or alginate.* Food Hydrocolloid 16 p375-385.





- Pekcan O., Kara S., and Arda E. 2007. *Cation Effects on Phase Transition of Kappa-Iota Carrageenan Hybrids : A Photon Transmission Study*. *Composite Interfaces*, 14(1) : 1-19.
- Pomin, V.H. 2010. *Structural and functional insights into sulfated galactans: a systematic review*. *Glycoconj J* 27 p. 1-12.
- Rochmadi, Wiratni, Moh. Fahrurrozi, Distantina Sperisa. 2011. *Carrageenan Properties Extracted from Eucheema cottonii, Indonesia*.
- Susanto, Heru. 2008. *Membran Ultrafiltrasi: Dari Pembuatan Sampai Aplikasi*.
- Susanto, Heru dan Ulbricht, Mathias. 2009. *Characteristics, performance and stability of polyethersulfone ultrafiltration membranes prepared by phase separation method using different macromolecular additives*.
- Uju. 2005. *Kajian Proses Pemurnian dan Pengkonsentrasian Karaginan dengan Membran Mikrofiltrasi*.
- Uju. 2007. *Karakteristik Fouling dan Polarisasi Konsentrasi pada Proses Pemurnian dan Pemekatan Karaginan dengan Membran Mikrofiltrasi*.
- Verbeke, D. 2006. *Functionality of  $\kappa$ -carrageenan in complex food gels*. PhD dissertation. Ghent University, Ghent, 179 p.
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., dan Kim, S.K. 2011. *Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae*. *Carbohydrat Polymers* 84 p 14-21.
- Winarno, F. G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Bogor.
- [www.zhenpai.com](http://www.zhenpai.com). *Shishi Xieli Ocean Biochemistry Co. 2012. China*