

PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP SIFAT-SIFAT KARAGINAN *Eucheuma cottonii* DARI KARIMUN JAWA DAN MADURA

Influence of NaOH Concentration on The Properties of Karaginan from Karimunjawa and Madura

Widiastuti HN. *)

Abstract

Carrageenan Eucheuma cottonii is a species of seaweed having high economic values that is grows in Indonesia. The main constraint which needs to be concerned were decreasing of carrageenan rendement values affected the quality and quantity in downstream industry. The aim of this study was to find out optimal carrageenan rendement with NaOH concentrate variation from Karimun Jawa and Madura areas. The method applied experimental using factorial plan design. The treatments given were the different location, the color variation of of E. cottonii and variation NaOH concentration to extract the carrageenan. The result shows that different carrageenan quality and carrageenan contain of red and green E. cottonii from different sample taking location. The application of NaOH as much as 5% for carrageenan extraction produced the highest yield, gel strength and gelling temperature but gives lowest viscosity.

Key words : *Eucheuma cottonii, NaOH concentrate and carrageenan*

Pendahuluan

Rumput laut merupakan salah satu bahan hayati laut yang termasuk kelompok Thallophyta dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Rumput laut jenis tertentu seperti *E. cottonii* adalah jenis rumput laut yang potensial dan mempunyai nilai ekonomis tinggi.

Rumput laut jenis *E. cottonii* banyak dimanfaatkan dalam berbagai produk makanan dalam bentuk karaginan. Kurang lebih 80% produk karaginan digunakan untuk industri makanan dan sisanya yang 20% dimanfaatkan dalam industri farmasi dan kosmetik. Sesuai dengan pemanfaatannya untuk bahan baku industri maka rumput laut dikelompokkan menjadi dua yaitu sebagai penghasil agar-agar dan kelompok penghasil karaginan. Karaginan merupakan suatu polisakarida dengan kandungan sulfat galaktan tinggi yang diekstrak dari beberapa spesies rumput laut merah (Sujatmiko, 1993).

Karaginan dapat dipisahkan menjadi dua komponen utama dengan menggunakan ion Natrium yaitu fraksi tidak larut yang disebut kappa karaginan dan fraksi larut yaitu lamda karaginan (Soegiarto dkk. 1978). Fraksi tidak larut disusun oleh oleh kappa karaginan yang mempunyai sifat cepat menjendal, yang dapat dipisahkan dengan terjadinya presipitasi kappa karaginan dengan logam alkali tanah. Kappa karaginan dalam industri makanan berfungsi sebagai pensuspensi, stabilizer, pembentuk gel, "dietetic food", pencegah synerisis, emulsifier, pengental, binder dan "bodying agent" (Anggadiredja, 1996).

Permintaan dunia akan rumput laut dari jenis yang mengandung karaginan rata-rata setiap tahun sebesar 18.000

– 20.000 ton, dimana sebanyak 4.000 ton berasal dari jenis *Eucheuma* yang lebih dari setengah jumlah kebutuhan *Eucheuma* tersebut berasal dari Indonesia (Winarno, 1990). Anggadiredja (1996) menyatakan bahwa kebutuhan ekspor rumput laut *E. cottonii* dari Indonesia tergeser oleh Filipina karena mutu dan kandungan karaginan nya kurang baik atau tidak stabil.

Penelitian ini menggunakan variasi larutan NaOH 0% - 5% yang bertujuan untuk meningkatkan mutu karaginan rumput laut dengan cara pengolahan atau mengekstrak rendemen karaginan agar didapatkan karaginan hasil yang optimal sehingga akan meningkatkan daya guna dan nilai ekonomisnya.

Bahan dan Metoda

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *E. cottonii* diambil dari Pulau Madura dan P. Menjangan Besar Kepulauan Karimun Jawa. Bahan ini dikeringkan terlebih dahulu sebelum dianalisis kandungan karaginan nya. Bahan penunjang adalah alat dan reagen yang digunakan untuk menganalisis karaginan tersebut.

Bahan penunjang yang digunakan adalah peralatan untuk penelitian dan reagen yang digunakan untuk ekstraksi mendapatkan karaginan

Metoda

Metoda yang digunakan adalah metoda eksperimental sedangkan rancangan percobaan yang dipergunakan faktorial dengan dasar rancangan acak lengkap (RAL). Variabel bebas terdiri dari 2 faktor yaitu A (konsentrasi NaOH) dengan 6 variasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% (metoda dari BPPT, 1986) dan B adalah lokasi yang berbeda dari rumput laut merah dan hijau, variabel terikat meliputi kandungan dan mutu karaginan. Hasil ekstraksi yang diperoleh kemudian dianalisis mutu kandungan karaginan meliputi rendemen karaginan, kekuatan gel, viskositas dan suhu pembentukan gel.

Ekstraksi Karaginan

Tahapan ekstraksi karaginan :

- Pencucian
- Perlakuan alkali
- Ekstraksi Karaginan

Sampel yang telah dilakukan perlakuan alkali dimasukkan ke dalam tempat stainless stell bervolume 2 liter, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 700 ml dan diatur pH nya dengan NaOH sampai pH 8-9, diblender agar menjadi pasta.

*) Staf Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik - UNDIP

Pasta tersebut dipanaskan dalam water bath, proses ekstraksi dilakukan selama 18 jam pada suhu 95°C yang diikuti dengan pengadukan, 30 menit sebelum proses ekstraksi berakhir ditambahkan 50 gram celite sambil diaduk hingga homogen selanjutnya disaring dengan menggunakan filter pressure dipanaskan dalam boiling water bath. Filtrat yang didapat dipanaskan kembali dan ditambahkan 50 ml NaCl 10% sambil diaduk.

d. Pengendapan

Pengendapan karaginan dilakukan dengan cara menuangkan filtrate panas ke dalam isopropanol alkohol 85% sebanyak dua kali volume filtrate secara perlahan dan sambil diaduk, koagulan yang terbentuk didiamkan selama 15 menit kemudian disaring dengan filter 100 mesh, endapan yang tertinggal dicuci dengan 300 ml isopropanol alkohol sebanyak 3 kali.

e. Pengeringan dan Penepungan

Endapan yang didapat dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C selama sehari semalam, ditimbang dan selanjutnya karaginan dihaluskan sampai halus dan disimpan dalam desikator.

Pengukuran Kekuatan Gel Karaginan sebagai berikut :

Karaginan ditambahkan larutan KCl dilarutkan dalam akuades pada beker glas, dipanaskan dalam water bath 80°C sambil diaduk dan ditambah akuades lagi hingga berat menjadi 180 gram. Larutan panas tersebut disimpan pada suhu 20°C selama semalam. Beker pada tester diatur sampai plunger berada di permukaan gel. Gel strength diukur dengan cara menempatkan beban yang sesuai, selanjutnya plunger dilepaskan dengan menekan tombol hingga permukaan gel pecah. Waktu mulai pelepasan plunger sampai saat permukaan gel pecah dicatat dengan stop watch.

Perhitungan :

$$\text{Long } W_{20} = \text{Long } W + K (\text{long } t - \text{long } 20)$$

Keterangan

W_{20} = gel strength (gram/cm²)

W = berat beban (gram)

K = Konstanta (0,18)

T = waktu yang diperlukan dalam pelepasan

plunger (detik).

Hasil dan Pembahasan

1. Rendemen Karaginan

Dari hasil uji ekstraksi rumput laut *E. cottonii* dari dua lokasi yang berbeda yaitu daerah Karimun Jawa dan Madura, dengan pigmen merah dan hijau pada konsentrasi yang berbeda dari 0% - 5% diperoleh hasil terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Pengukuran viskositas karaginan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Sampel karaginan dilarutkan dalam akuades, setelah larut sempurna ditambahkan akuades sampai berat larutan menjadi 270 gram selanjutnya dipanaskan dalam penangas air bersuhu 85°C kemudian didinginkan hingga 80°C.

b. Spindel Viscometer terlebih dahulu dipanaskan pada suhu 75°C, selanjutnya spinder dipasang dengan benar.

c. Kalibrasi viscometer

d. Viscometer dinyalakan dengan kecepatan putaran 30 rpm, suhu 75°C dan spindle berputar konstan, pembacaan skala pada viscometer yang merupakan hasil viscositas sample karaginan.

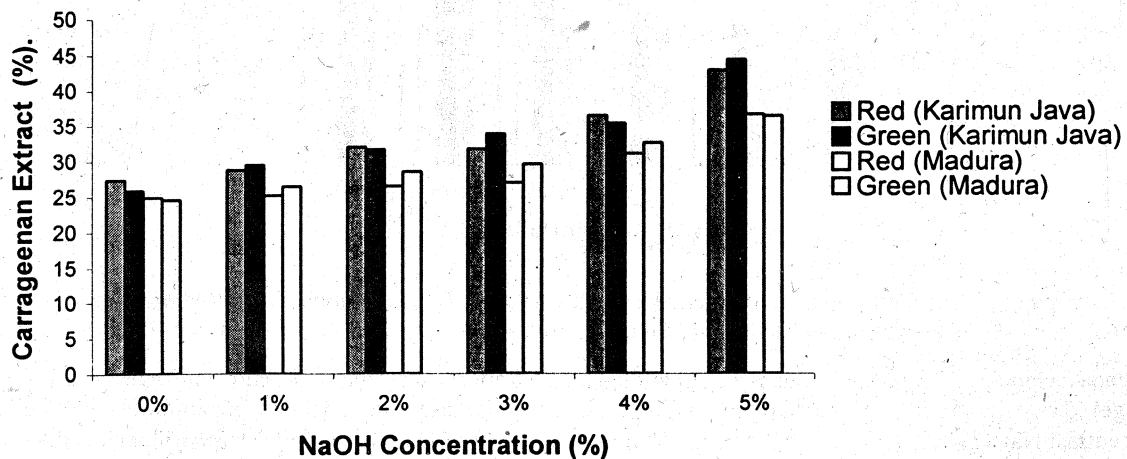


Figure 1. Carrageenan Exstract curve for Red and Green *E. cottonii* From Karimun Jawa Island and Madura Island.

Pada Gambar 1 terlihat adanya peningkatan rendemen karaginan *E. cottonii* dengan perlakuan pemasakan dengan NaOH dibandingkan ekstraksi tanpa didahului dengan pemasakan dengan NaOH (0%). Hasil analisis ragam rendemen karaginan diperoleh keragaman pengaruh tempat dan konsentrasi NaOH terhadap rendemen karageian menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata dengan $F_{hit} > F_{tabel}$ 0.01. Hal ini disebabkan karena fungsi dari NaOH sebagai larutan alkali mempercepat keluarnya rendemen tersebut selama proses ekstraksi.

Menurut Stanley (1967) dalam Towle (1973), bahwa fungsi alkali ada dua yaitu sebagai perangsang dalam proses ekstraksi karaginan dan meningkatkan kekuatan gel karaginan. Mekanisme pengaruh alkali terhadap peningkatan rendemen karaginan pada dasarnya adalah pengikatan atau penarikan gugus sulfat oleh bahan alkali sehingga senyawa anhydro-D-galaktosa banyak yang terlepas dari gugus sulfat dan rendemen karaginan meningkat (Noor dan Zatinika, 1993). Istini (1990) menyatakan bahwa pemasakan dengan larutan alkali akan memperluas permukaan rumput laut dan menaikkan suhu titik cair karaginan, sehingga memudahkan terlepasnya karaginan dari ruang antar sel suhu

Proses pemasakan dengan larutan NaOH 5% merupakan konsentrasi optimal dalam menghasilkan rendemen karaginan yaitu antara 35,1% - 47,9%, sesuai dengan penelitian Istini (1997) pada *Gracilaria lemaneiformis*, bahwa kandungan agar dengan ekstraksi menggunakan NaOH cenderung meningkat dengan kenaikan konsentrasi NaOH.

Variasi warna rumput laut menunjukkan hasil yang sangat nyata, hal ini menunjukkan adanya perbedaan rendemen karaginan *E. cottonii* merah dan hijau. *E. cottonii*

hijau memperlihatkan kandungan rendemen karaginnnya lebih tinggi dibanding dengan yang berwarna merah. Hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh laju pertumbuhan rumput laut *E. cottonii* (Widiastuti dan Widiyono, 1999). Pengamatan Suryahingrum (1991), menunjukkan bahwa rumput laut yang berwarna merah tumbuh lebih cepat dari rumput laut berwarna hijau. Mubarak dan Wahyuni (1981) menyatakan bahwa *E. spinosum* bibit merah akan berkembang sepuluh kali dan bibit hijau hanya tiga kali dari ukuran semula.

Zatinika dan Angkasa (1994), menyatakan bahwa rendemen karaginan yang tinggi biasanya memiliki nilai laju pertumbuhan rendah sebaliknya rendemen karaginan rendah memiliki nilai laju pertumbuhan yang tinggi.

Perhitungan analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berbagai lokasi pengambilan sampel berpengaruh signifikan dengan galat kepercayaan 1% terhadap rendemen karaginan. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi pengambilan sampel yang berbeda yaitu Karimun Jawa dan Madura berpengaruh terhadap rendemen karaginan. Dimana daerah Karimun Jawa lebih tinggi dari pada Madura, hal ini disebabkan karena kondisi perairan yang berbeda dan cara budidaya yang berbeda pula.

Chapman dan Chapman (1980), menyatakan bahwa rendemen karaginan dipengaruhi oleh habitat, musim dan cara budidaya.

2. Kekuatan gel

Hasil pengamatan kekuatan gel dari rendemen karaginan *E. cottonii* merah dan hijau yang diambil dari daerah Karimun Jawa dan Madura terlihat pada gambar 2.

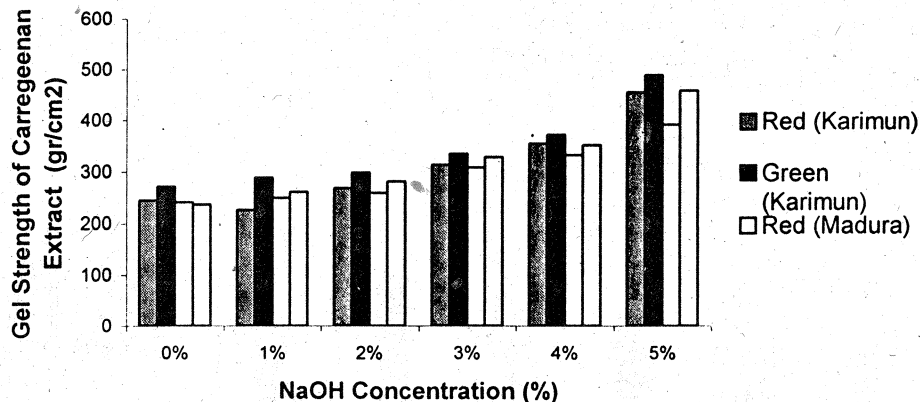


Figure 2. Gel Strength of Carrageenan Extract curve for Red and Green *E. cottonii* From Karimun Jawa Island and Madura Island.

Pada Gambar 2 terlihat adanya peningkatan kekuatan gel dari *E. cottonii* merah dan hijau berdasarkan pada konsentrasi NaOH (0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%) dan lokasi yang berbeda. Kekuatan gel tertinggi dihasilkan oleh *E. cottonii* dari Karimun Jawa warna hijau dengan pemasakan menggunakan NaOH 5% yaitu berkisar antara 400.5 - 495.6 gm/cm². Hal ini diduga oleh mekanisme kerja larutan alkali NaOH yang mempermudah keluarnya gugus 6-sulfat dari polimernya menjadi 3,6-anhidrous-galaktosa yang dapat meningkatkan kekuatan gel karaginan (Towle, 1973). Anderson dkk (1968) dalam Murdinah (1994), menyatakan bahwa pembentukan gel

kappa karaginan ditentukan oleh residu 3,6 anhidro-galaktosa dan derajat keteraturan polimer dari rantai polimernya. Istini (1997) menyatakan bahwa rumput laut *Gracilaria lemaneiformis* menunjukkan peningkatan kekuatan gel dengan perlakuan alkali NaOH pada konsentrasi antara 3 - 10%, suhu 70°C dan 80°C dibandingkan agar tanpa perlakuan NaOH. Nuswantari (1997) menyatakan bahwa ekstraksi karaginan dengan menggunakan NaOH 2% menghasilkan kekuatan gel yaitu sekitar 211 - 463.7 gr/cm² lebih rendah dari perlakuan Istini (1997) yang menggunakan KOH 6% yaitu sebesar ± 725 gr/cm²

Variasi warna bahan, memperlihatkan hasil ekstraksi *E. cottonii* yang berwarna hijau mempunyai kekuatan gel lebih tinggi dari *E. cottonii* merah. Hal ini disebabkan oleh laju pertumbuhan, yang oleh Doty (1986) dalam Suryaningrum (1991) menyatakan bahwa laju pertumbuhan dan tingkat produksi yang tinggi akan menyebabkan rendahnya kekuatan gel yang dihasilkan.

Untuk perlakuan perbedaan lokasi rumput laut membuktikan bahwa *E. cottonii* Karimun Jawa kekuatan gelya lebih tinggi dari *E. cottonii* dari Madura. Hal ini

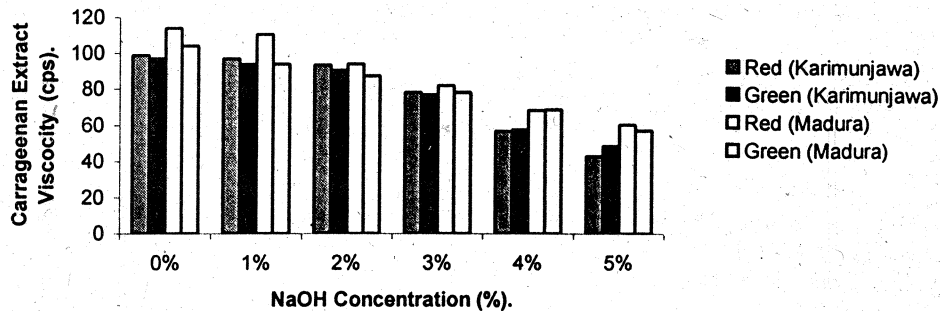


Figure 3. Carrageenan Extract Viscosity curve for Red and Green *cottonii* From Karimun Jawa Island and Madura Island and Green.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap viskositas yaitu peningkatan konsentrasi NaOH menyebabkan penurunan nilai viskositas. Viskositas terkecil dalam penelitian ini terjadi pada penggunaan konsentrasi NaOH 5%. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya 3,6 – anhidro – galaktosa kandungan sulfat pun akan menurun. Istini (1990), mengatakan bahwa larutan alkali akan menarik gugus sulfat yang terdapat pada ikatan karaginan sehingga dengan pemberian larutan alkali dapat meningkatkan kadar 3,6-anhidro-galaktosa. Kadar sulfat yang tinggi dapat menyebabkan nilai kekentalan menjadi tinggi dan kandungan sulfat yang rendah dapat menurunkan kelarutan sehingga nilai kekentalannya berkurang (Taurini, 1987 dalam Nuswantari, 1997). Towle (1973), menyatakan bahwa 3,6-anhidro-galaktosa karaginan bersifat hidrofobik, maka karaginan yang banyak mengandung 3,6-anhidro-galaktosa bersifat lebih sukar larut dan kekentalan cenderung lebih kecil.

Ditinjau dari analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata antara warna *E. cottonii* warna merah dan warna hijau yaitu dengan nilai viskositas *E. cottonii* warna merah lebih tinggi dibandingkan dengan warna hijau. Hal ini diduga sangat berkaitan dengan kekuatan gel yaitu kekuatan gel *E. cottonii* warna hijau lebih *E. cottonii* tinggi dibandingkan warna merah. Percival dan Mc. Dowel (1967) dalam Suryaningrum (1991), bahwa

diduga karena kadar sulfat karaginan dari daerah Karimun Jawa lebih tinggi dari daerah Madura. Menurut Glikzman (1983), bahwa sifat gel dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah suhu, pH, kandungan gula dan ester sulfat.

3. Viskositas

Gambar 3 menunjukkan pengukuran viskositas ekstrak karaginan *E. cottonii* merah dan hijau dari Karimun Jawa dan Madura terlihat di bawah ini.

kandungan sulfat semakin kecil akan mengakibatkan konsistensi gel yang semakin tinggi sehingga semakin kecil pula sifat kekentalannya.

Berdasarkan lokasi pengambilan sampel *E. cottonii* dari daerah Karimun Jawa dan daerah Madura terdapat perbedaan yang nyata yaitu nilai viskositas *E. cottonii* dari daerah Karimun Jawa lebih rendah dari daerah Madura. Hal ini disebabkan kekuatan gel *E. cottonii* dari daerah Karimun Jawa lebih tinggi dibandingkan dengan *E. cottonii* dari Madura. Pada penelitian ini nilai viskositas berkisar 45,4 cps – 110,7 cps lebih rendah dibandingkan penelitian (Istini,1994} yaitu 246 cps melalui pemasakan dengan KOH 6% dan sampel yang dipergunakan berasal dari Philipina. Penelitian Nuswantari (1997), mendapatkan viskositas rata-rata sebesar 62,7 cps dari daerah budidaya rumput laut Batu mampar-Lombok. Satari (1996) mengatakan, bahwa nilai viskositas yang sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan oleh FMC (Food Chemical Codex) yaitu 5 – 800 cps pada suhu 75°C dengan konsentrasi 1,5%.

4. Suhu Pembentukan Gel

Hasil pengukuran suhu pembentukan gel rendemen karaginan *E. cottonii* dapat dilihat pada gambar 4, dimana suhu pembentukan gel sangat dipengaruhi oleh lokasi pengambilan sampel dan pigmen warna *E. cottonii* itu sendiri.

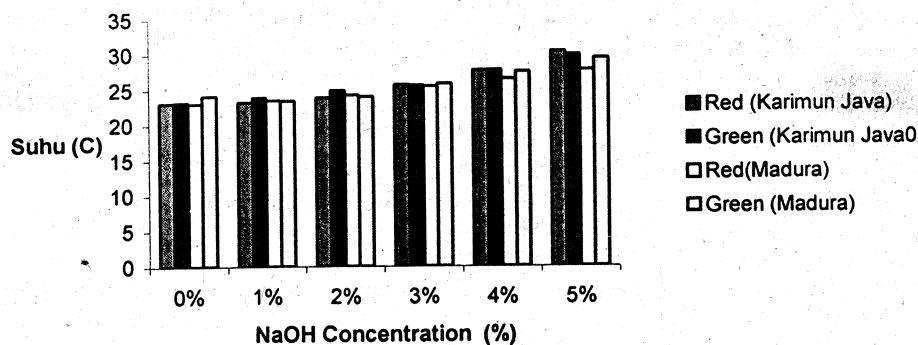


Figure 4. Gelling Temperature of Carrageenan Extract curve for Red and Green *E.cottonii* From Karimun Jawa Island and Madura Island

Pada Gambar 4 menunjukkan, bahwa perlakuan variasi konsentrasi NaOH sangat mempengaruhi suhu pembentukan gel, makin besar konsentrasi NaOH maka terjadi pula peningkatan suhu pembentukan gel. Suhu pembentukan gel pada penelitian ini berkisar 20^o – 30^oC. Menurut Suryaningrum (1991), suhu pembentukan gel berkisar 31,9^o- 36,8^oC untuk kappa-karaginan dan berkisar 29,5^o-30,9^oC untuk iota-karaginan. Hal ini disebabkan karena pada proses pemasakan dengan NaOH terjadi penurunan kadar sulfat yang menyebabkan peningkatan kekuatan gel. Rees (1970) menyatakan, bahwa adanya sulfat akan menyebabkan karaginan cenderung berbentuk sol dan kandungan sulfat yang rendah pada kappa karaginan menyebabkan terbentuknya heliks rangkap lebih banyak sehingga terbentuk agregat yang makin padat dan menyebabkan suhu pembentukan gel rendah. Hermiati (1993), menyatakan bahwa dengan menurunnya atau berkurangnya kandungan sulfat menyebabkan terbentuknya ikatan rangkap heliksnya dipercepat sehingga dihasilkan karaginan yang mempunyai sifat penjendalan dan viskositas larutan menjadi rendah.

Hasil analisis pada suhu pembentukan gel terdapat perbedaan antara *E. cottonii* warna merah dan warna hijau, dimana suhu pembentukan gel *E. cottonii* warna hijau lebih tinggi dari warna merah. Hal ini disebabkan kekuatan gel *E. cottonii* warna hijau lebih tinggi dari warna merah serta lokasi sampel juga berpengaruh terhadap suhu pembentukan gel, daerah Karimun Jawa lebih tinggi dari daerah Madura.

Kesimpulan

Kandungan karaginan, kekuatan gel dan suhu pembentukan gel *E. cottonii* hijau baik yang berasal dari Karimun Jawa maupun Madura lebih tinggi dibandingkan *E. cottonii* merah, kecuali untuk viskositas karaginan untuk *E. cottonii* merah & hijau dari daerah Madura lebih tinggi dari daerah Karimun Jawa.

Perlakuan pemasakan dengan NaOH 5% dapat menghasilkan nilai tertinggi dalam hal kandungan karaginan, kekuatan gel dan suhu pembentukan gel, sedangkan viskositasnya terendah.

Daftar Pustaka

- Anggadiredja, J. 1996. Potensi dan Manfaat Rumpun Laut Indonesia Dalam Bidang Farmasi. Seminar Nasional Industri Rumpun Laut. Jakarta. Halaman 1-10.
- Chapman, W and D. J. Chapman. 1980. Sea Weed and Their Uses. Third Edition. Chapman and Hall. London N. Y. p 109-141.
- Glikmans, M. 1983. Red Seaweed Extracts (agar, Carageenans, Fulcelleran) in Food Hydrocolloid Baton Raton, Florida, CRC Press.pp : 73-113. *E. cottonii*
- Hermiati, E. 1993. Ekstraksi Dan Penentuan Sifat Karaginan yang Dihasilkan Dari Beberapa Karaginofit yang Berasal Dari Kepulauan Kei, Maluku Tenggara. P3O Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Halaman 55-64.
- Istini, S. 1990. Pengolahan Refine Carrageenan Dari Jenis *Eucheuma cottonii* dalam Makka, A. M. 1990. Proseding Presentasi Ilmiah Penelitian BPP Teknologi Ke VI. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta Pusat. Halaman 236-248.
- Istini, S. 1997. Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Gel Strength dan Kandungan Kimia Dalam Agar Dari *Glacillaria lemaneiformis*. Majalah BPPT Edisi No. LXXIX/Pebruari/1997. BPPT Jakarta. Halaman 103-108.
- Istini, S. M. Ohno dan H. Kusunosa, 1994. Method of Analysis for Agar, Carrageenan and Algenate in Seaweed. Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ., 14 : 49-55.
- Mubarak, H. dan Wahyuni I. S. 1981. Percobaan Budidaya Rumpun Laut *E. spinosum* di Perairan Pacitan dan Kemungkinan Pengembangannya. Bul. Penelitian Perikanan Vol. 1, No. 2. Badan Litbang Pertanian. Puslitbangkan Jakarta. Halaman 15-20.
- Murdinah, N. Indriati. 1994. Pengaruh Perendaman dalam Larutan Alkali Terhadap Mutu Rumpun Laut Kering *E. cottonii*. Jurnal Penelitian Pasca Panen No. 81. Balai Penelitian Perikanan Laut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Dep. Tan. Jakarta. Halaman 12-17.

- Noor, Z. dan A. Zalnka. 1993. Perlakuan Alkali Dingin Untuk Meningkatkan Rendemen dan Clean Anhidroksi Weed Rumput Laut dalam Zen, M. T. 1993. Menuju Abad 21 : Iptek Pemacu Pembangunan Bangsa.
- Nuswandari, W.S. 1977. Pengaruh Letak dan Ukuran Rakit Terhadap Laju Pertumbuhan Kualitas Budidaya *E. alvarezii* Doty. Fak. Biologi. Universitas Nasional. Jakarta. 90 halaman.
- Rees, D.A. 1969. Structure Confirmations and Mechanism in The Formation of Polysaccharide Gels and Networks. In Advance Carbohydrat Chemistry. Biochemistry. Edinberg Scotland 24 : 279-282.
- Satari, R. 1996. Katarestik Polisakarida Karaginan asal *Eucheuma* sp dan *Hypnea* sp. Seminar Nasional Industri Rumput Laut. Jakarta. 7 halaman.
- Soegiarto, A. 1978. Rumput Laut Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. LON Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Jakarta. 61 halaman.
- Sujatmiko, W. 1993. Peningkatan Produksi. Ekspor dan Teknologi Proses Dalam Rangka Industrialisasi Rumput Laut dalam Zen, M. T. 1993. Menuju Abad 21 : Iptek Pemacu Kemajuan Bangsa. Halaman 939-953.
- Suryaningrum, Th.D. 1991. Kajian Sifat-sifat Mutu Komoditi Rumput Laut Budidaya jenis *E. cottonii* Dan *E. spinosum*. Jurnal Penelitian Pasca Panen No. 69. Balai Penelitian Perikanan Laut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Dep. Tan. Jakarta. Halaman 35-46.
- Tim Rumput Laut BPP Tehnologi, 1986. Ekstraksi Dan Analisa Kandungan Rumput Laut. BPP Tehnologi. Jakarta. 10 hal.
- Towle, G. A. 1973. Carrageenan. In Roy L. Whistler and James N. BeMiller. Industrial Gums. Polysaccharides and Their Derivates. Second Edition. Academic Press. New York. San Francisco. London. P 83-109.
- Winarno, F.G. 1990. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 150 halaman.
- Widiastuti dan Widiyono. 1999. Pengaruh Umur Pemanenan Terhadap Mutu Karaginan Dari *E. cottonii*. Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP. Semarang.
- Zalnka, A dan Wisman Indra Angkasa. 1996. Pengaruh Pemupukan Sitozim Crop Terhadap Pertumbuhan *E. cottonii*. Proseding Seminar Nasional Industri Rumput Laut. Jakarta. Halaman 119-122.