



## Pengaruh Perbedaan Jenis Dan Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Kekuatan Gel Dan Viskositas Karaginan *Kappaphycus alvarezii*, Doty

Ardiawan Pandu Romenda , Rini Pramesti, AB Susanto

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698  
email:ard\_pandu@yahoo.com

### Abstrak

Karaginan merupakan getah rumput laut yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali dari spesies tertentu kelas Rhodophyceae (alga merah). Bahan baku ini digunakan dalam berbagai bidang industri baik pangan maupun non pangan. Proses pembuatan SRC dilakukan menggunakan jenis alkali basa kuat KOH dan NaOH dengan konsentrasi 4%, 6% dan 8%. Analisa yang diukur adalah kekuatan gel dan viskositas dari tiap jenis dan konsentrasi. Nilai perlakuan alkali KOH 4, 6 dan 8% terhadap kekuatan gel adalah  $192,00 \pm 1,12 \text{ g/m}^2$ ;  $630,71 \pm 10,32 \text{ g/m}^2$ ;  $385,85 \pm 3,70 \text{ g/m}^2$ ; NaOH 4, 6 dan 8% terhadap kekuatan gel adalah  $184,63 \pm 4,48 \text{ g/m}^2$ ;  $321,26 \pm 46,12$ ;  $452,24 \pm 125,45 \text{ g/m}^2$ . Nilai perlakuan alkali KOH 4, 6 dan 8% terhadap viskositas adalah  $22,24 \pm 0,20 \text{ cPs}$ ;  $24,61 \pm 0,3 \text{ cPs}$ ;  $20,00 \pm 0,15 \text{ cPs}$ ; NaOH 4, 6 dan 8% terhadap viskositas adalah  $22,58 \pm 0,26 \text{ cPs}$ ;  $25,07 \pm 0,17 \text{ cPs}$ ;  $25,07 \pm 0,17 \text{ cPs}$ . Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa kekuatan gel tertinggi pada KOH 6% dan viskositas tertinggi pada NaOH 6%.

**Kata Kunci:** Karaginan, Jenis dan Konsentrasi Alkali, Kekuatan Gel dan Viskositas

### Abstract

Carrageenan is a seaweed sap extracted by water or alkali solution from certain species Rhodophyceae class (red algae). The raw materials are used in various food and non-food industrial. The process of making SRC performed by using alkali type strong base KOH and NaOH with 4%, 6% and 8% concentration. Analysis is measured gel strength and viscosity of each type and concentration. KOH alkali treatment values are 4, 6 and 8% of the gel strength is  $192.00 \pm 1.12 \text{ g/m}^2$ ;  $630.71 \pm 10.32 \text{ g/m}^2$ ;  $385.85 \pm 3.70 \text{ g/m}^2$ . NaOH 4, 6 and 8% of the gel strength is  $184,63 \pm 4,48 \text{ g/m}^2$ ;  $321,26 \pm 46,12 \text{ g/m}^2$ ;  $452,24 \pm 125,45 \text{ g/m}^2$ . KOH alkali treatment values are 4, 6 and 8% of the viscosity was  $22.24 \pm 0.20 \text{ cPs}$ ;  $24.61 \pm 0.3 \text{ cPs}$ ;  $20.00 \pm 0.15 \text{ cPs}$ ; NaOH 4, 6 and 8% of the viscosity is  $22.58 \pm 0.26$ ;  $25.07 \pm 0.17 \text{ cPs}$ ;  $25.07 \pm 0.17 \text{ cPs}$ . Based on the results of the study the highest gel strength is at 6% KOH and highest viscosity at 6% NaOH.

**Key words:** Carrageenan, Type and concentration alkali, Gel Strength and Viscosity

### Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan panjang garis pantai 81.000 km merupakan kawasan pesisir dan lautan yang memiliki sumberdaya hayati yang besar dan beragam. Sumberdaya hayati tersebut merupakan potensi pembangunan yang sangat penting sebagai sumber pertumbuhan ekonomi baru (Dahuri, 2002).

Rumput laut dengan nama ilmiah adalah algae. Dalam dunia perdagangan disebut dengan agar-agar. Pemanfaatan

rumput laut pertama kali sebagai obat tradisional, kemudian dalam industri kimia digunakan sebagai bahan yodium. Pemanfaatannya berkembang di berbagai bidang industri makanan, farmasi, kosmetik, fotografi, tekstil perikanan dan pestisida. Nilai ekonomis terdiri dari kandungan bahan koloid pada setiap jenis. Yaitu: agar-agar, karaginan dan algin (Chapman and Chapman, 1980). Rumput laut jenis algae merah paling banyak

diminati di dunia ini terbukti dari permintaan pasar dunia yang rerata mencapai 18.000 – 20.000 ton/tahun, sebanyak 4000 ton berasal dari jenis *Eucheuma* sp. yang tumbuh di wilayah perairan Indonesia (Winarno, 1996).

Karaginan merupakan getah rumput laut yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali dari spesies tertentu dari kelas Rhodophyceae (alga merah). Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium, dan kalium sulfat, dengan galaktosa dan 3,6-anhydro-galaktosa (Winarno, 1996). Menurut Hellebust dan Cragie (1987), karaginan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intrasellulernya dan karaginan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut. Produk karaginan yang digunakan kurang lebih 80% untuk industri dan pangan, beberapa produk yang menggunakan karaginan adalah jelli, saus, sirup, dodol, nugget dan produk susu sedangkan sisanya 20% dimanfaatkan dalam industri non pangan, farmasi dan kosmetik. Dalam industri pangan karaginan berfungsi sebagai pensuspensi, *stabilizer*, pembentuk gel, pencegah sineresis, emulsifier, thickener dan bodying agent (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Kebutuhan karaginan di dunia industri tiap tahunnya meningkat sekitar 5-7% dan produksi karaginan di Indonesia masih belum memenuhi kebutuhan industri di dunia ini terkendala oleh produksi yang sebagian besar masih berskala rumah tangga sehingga kualitas karaginan menjadi rendah selain itu biaya produksi juga tinggi oleh karena itu karaginan di Indonesia sebagian besar masih impor. Kekuatan gel dan viskositas merupakan salah satu kualitas karaginan yang banyak dibutuhkan dalam dunia industri. Dalam proses pembuatan karaginan masih banyak yang menggunakan jenis larutan alkali panas yang berbeda seperti KOH dan NaOH tetapi masih belum ditemukan mana yang lebih efektif sebagai pelarutnya selain itu konsentrasi yang dipakai juga masih belum ditemukan berapa persen yang harus

dipakai untuk meningkatkan kekuatan gel dan viskositas karaginan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis larutan alkali dan konsentrasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan kekuatan gel dan viskositas yang maksimal.

### Materi dan Metode

Metode penelitian yang dipakai adalah metode metode eksperimental laboratoris, menurut Nazir (1988) metode ini adalah observasi dibawah kondisi buatan (artificial condition) dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh si peneliti.

Penelitian ini menggunakan prosedur pembuatan SRC (semi refined carrageenan) menurut Basmal *et al.* (2002) yang telah dimodifikasi. Rumput laut dicuci dengan air bersih sampai semua kotorannya hilang lalu dipotong dengan ukuran 1-2 cm dan dipanaskan dalam larutan alkali yang sudah ditetapkan yaitu, KOH 4%, 6%, 8% dan NaOH 4%, 6%, 8% pada suhu 60-70°C selama 1 jam. Setelah dipanaskan kemudian disaring dan dicuci dengan air sampai pH 9, kemudian direndam dengan kaporit. Setelah itu direndam kembali dengan air tawar selama 30 menit dan dikeringkan dibawah sinar matahari, lalu dihaluskan. Tepung yang diperoleh diayak dengan ayakan yang berukuran 80 mesh kemudian dianalisa untuk menguji kekuatan gel dan viskositas karaginnanya.

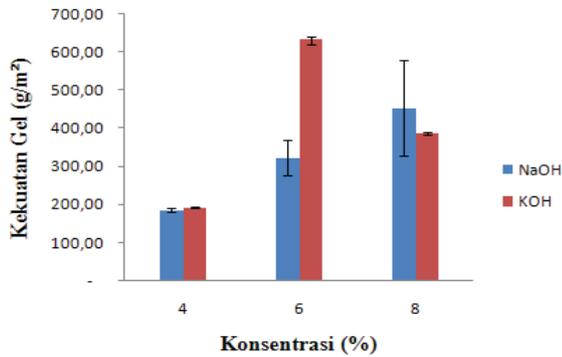
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

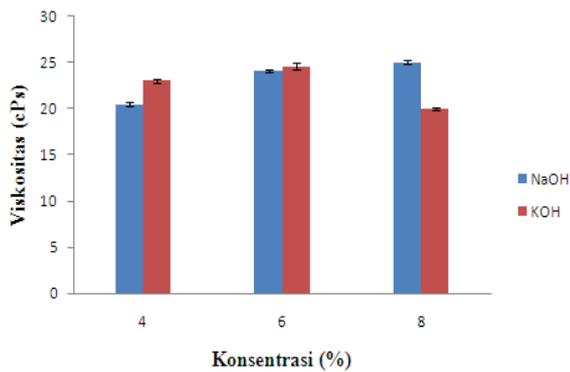
Hasil penelitian untuk analisa kekuatan gel menunjukkan pada KOH hasil tertinggi terjadi dengan menggunakan konsentrasi 6% sebesar  $630,71 \pm 10,32$  g/m<sup>2</sup> dan terendah pada konsentrasi 4% dengan  $192,00 \pm 1,12$  g/m<sup>2</sup>. Sedangkan pada larutan NaOH kekuatan gel tertinggi pada konsentrasi 8% sebesar  $452,24 \pm 125,45$  g/m<sup>2</sup> dan terendah pada konsentrasi 4% sebesar  $184,63 \pm 4,48$  g/m<sup>2</sup> (Gambar 1).

Hasil penelitian untuk analisa viskositas menunjukkan pada KOH hasil tertinggi terjadi dengan menggunakan konsentras 6% sebesar  $24,61 \pm 0,33$  cPs

dan terendah pada konsentrasi 8% sebesar  $20,00 \pm 0,15$  cPs. Sedangkan pada NaOH viskositas tertinggi terjadi dengan menggunakan konsentrasi 8% sebesar  $25,07 \pm 0,17$  cPs dan terendah pada konsentrasi 4% sebesar  $22,58 \pm 0,26$  cPs (Gambar 2).



**Gambar 1.** Kekuatan Gel pada KOH dan NaOH dengan 4%, 6%, 8%



**Gambar 2.** Viskositas pada KOH dan NaOH dengan 4%, 6%, 8%

Faktor yang mempengaruhi:

#### Kadar Air

Hasil penelitian menunjukkan pada NaOH kadar air tertinggi diperoleh oleh konsentrasi 8% sebesar  $25,45 \pm 0,75\%$  dan terendah pada konsentrasi 6% sebesar  $21,49 \pm 1,36\%$ . Sedangkan pada KOH nilai tertinggi terjadi pada konsentrasi 4% dengan  $25,75 \pm 0,73\%$  dan terendah 8% dengan  $22,12 \pm 0,20\%$  (Gambar 3).

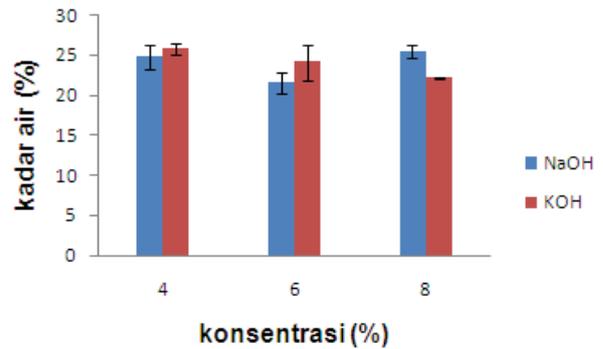
#### Kadar Abu

Hasil penelitian menunjukkan pada NaOH kadar abu tertinggi diperoleh oleh konsentrasi 6% dengan  $14,00 \pm 0,04\%$  dan terendah konsentrasi 4% dengan  $13,00 \pm 0,06\%$ . Sedangkan pada KOH nilai tertinggi

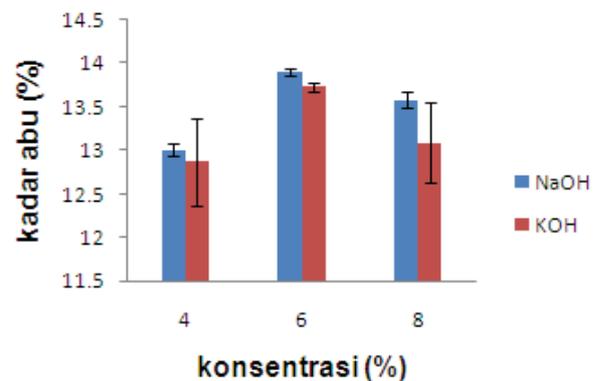
diperoleh oleh konsentrasi 6% dengan  $13,72 \pm 0,06\%$  dan terendah pada konsentrasi 4% dengan  $12,86 \pm 0,50\%$  (Gambar 4).

#### Kadar Sulfat

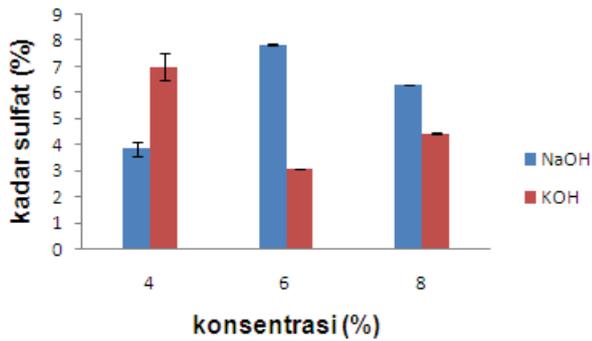
Hasil penelitian menunjukkan pada NaOH kandungan sulfat tertinggi diperoleh oleh konsentrasi 6% dengan  $7,85 \pm 0,04\%$  dan terendah pada konsentrasi 4% dengan  $3,84 \pm 0,25\%$ . Sedangkan pada KOH 4% menjadi yang tertinggi dengan  $7,00 \pm 0,51\%$  dan terendah pada konsentrasi 6% dengan  $3,06 \pm 0,02\%$  (Gambar 5).



**Gambar 3.** Kadar Air pada KOH dan NaOH dengan 4%, 6%, 8%



**Gambar 4.** Kadar Abu pada KOH dan NaOH dengan 4%, 6%, 8%



**Gambar 5.** Kadar Sulfat pada KOH dan NaOH dengan 4%, 6%, 8%

### Pembahasan

Kekuatan gel terendah yang dihasilkan NaOH terdapat pada konsentrasi 4% dengan  $184,63 \pm 4,48 \text{ g/m}^2$  dan yang tertinggi pada konsentrasi 8% dengan  $452,24 \pm 125,45 \text{ g/m}^2$ , hal ini diduga semakin pekatnya konsentrasi alkali, akan menyebabkan peningkatan pH sehingga kemampuan NaOH semakin besar dalam mengekstraksi polisakarida menjadi sempurna sehingga meningkatkan kekuatan gel, Rey dan Labuza (1981) menyatakan bahwa peningkatan kekuatan gel pada karaginan disebabkan oleh adanya daya tarik ionic antara elektro negatif ester sulfat dengan kation tertentu, Towle (1973) menambahkan, mekanisme kerja larutan NaOH dapat mempermudah keluarnya gugus 6-sulfat dari polimernya menjadi 3,6-anhidro-galaktosa yang dapat meningkatkan kekuatan gel karaginan. Dari histogram (Gambar 5), kadar sulfat dimana yang tertinggi terjadi pada konsentrasi 4% lebih tinggi dari pada dua konsentrasi yang lain, ini yang menyebabkan kekuatan gel pada konsentrasi 4% paling rendah, begitu pula yang terjadi pada konsentrasi 6% pada konsentrasi ini kadar sulfat yg dihasilkan lebih rendah dari pada dua konsentrasi yang lain sehingga kekuatan gel yang dihasilkan menjadi yang tertinggi, ini diperkuat dengan pernyataan Basmal *et al.* (2002) kandungan sulfat dalam kappa karaginan sangat berperan dalam pembentukan 3,6 anhidro-galaktosa, sulfat yang rendah akan meningkatkan kandungan 3,6 anhidro-galaktosa dan sebagai akibatnya kekuatan gel kappa karaginan akan meningkat. Towle (1973)

menambahkan, karaginan membutuhkan kation tertentu seperti  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$  dan  $\text{NH}_4^+$  dalam menambah pembentukan gel. Hasil yang diperoleh masih sedikit lebih rendah dari penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2004), yaitu sebesar  $482.300 \text{ g/m}^2$  dengan konsentrasi 1%. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa larutan alkali dan konsentrasi pada NaOH berpengaruh nyata terhadap kekuatan gel karaginan ( $P < 0,01$ ). Kekuatan gel pada KOH 4% paling rendah dengan  $192,00 \pm 1,12 \text{ g/m}^2$ , lalu meningkat pada konsentrasi 6% dengan rerata  $630,71 \pm 10,32 \text{ g/m}^2$ . Analisis statistik menunjukkan bahwa pada larutan KOH berpengaruh nyata terhadap kekuatan gel karaginan ( $P < 0,01$ ), tetapi terjadi fenomena dimana kekuatan gel tertinggi terjadi pada larutan KOH dengan konsentrasi 6% bukan 8% yang turun kekuatan gelnya. Menurunnya kekuatan gel pada konsentrasi KOH 8% ini diduga oleh meningkatnya kadar sulfat dalam karaginan. Kekuatan gel akan meningkat seiring dengan menurunnya kadar sulfat pada karaginan. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Basmal *et al.* (2002) kandungan sulfat dalam kappa karaginan sangat berperan dalam pembentukan 3,6 anhidro-galaktosa, sulfat yang rendah akan meningkatkan kandungan 3,6 anhidro-galaktosa dan sebagai akibatnya kekuatan gel kappa karaginan akan meningkat. Kekuatan gel dalam penelitian ini lebih besar dari pada penelitian yang dilakukan Lestari (2004), yaitu sebesar  $539.000 \text{ g/m}^2$  dengan konsentrasi KOH 1%.

Viskositas merupakan faktor mutu yang penting untuk zat cair dan semi cair (kental) atau produk murni, hal ini merupakan ukuran dan kontrol untuk mengetahui mutu dari produk akhir (Lestari, 2004). Hasil analisis viskositas tertinggi yang dihasilkan NaOH terdapat pada konsentrasi 8% dengan  $25,07 \pm 0,17 \text{ cPs}$  dan yang terendah pada 4% dengan  $22,48 \pm 0,26 \text{ cPs}$ . Semakin tinggi konsentrasinya semakin tinggi pula viskositas yang didapat. Viskositas pada larutan KOH tertinggi pada konsentrasi 6% sebesar  $24,60 \pm 0,32 \text{ cPs}$  dan terendah

pada konsentrasi 8% sebesar  $20 \pm 0,15$  cPs. Penurunan ini diduga garam yang terlarut dalam karaginan ini akan menurunkan muatan bersih sepanjang rantai polimer, jadi garam-garam ini sebagai pengotor karaginan yang diperoleh masih belum murni karena masih terdapat garam-garam mineral. Menurut Towle (1973) penurunan muatan bersih karaginan menyebabkan penurunan gaya tolakan antar gugus-gugus sulfat, sehingga sifat hidrofilik polimer semakin melemah dan kekentalan semakin menurun kadar sulfat yang terdapat dalam karaginan. Kekentalan larutan karaginan disebabkan oleh sifat karaginan sebagai polielektrolit. Gaya tolakan antar muatan-muatan negatif sepanjang rantai polimer yaitu gugus sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang, karena sifat hidrofoliknya polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air yang termobilisasi sehingga menyebabkan larutan karaginan bersifat kental (Guiseley *et al.*, 1980). Ditambahkan oleh Towle (1973) kekentalan larutan dipengaruhi oleh temperatur, jenis karaginan, berat molekul dan logam berat yang terkandung dalam karaginan tersebut. Hasil analisis statistik terdapat pengaruh dari viskositas dengan larutan dan konsentrasi alkali ( $P < 0,01$ ). Hasil penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan FAO yaitu minimal 5 cPs dan nilai ini masih dibawah dari penelitian Nuswantari (1997) yaitu 62,7 cPs. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini menunjukkan hubungan korelasi antara kadar air, kadar abu dan kadar sulfat dengan viskositas, dimana kadar abu berpengaruh besar terhadap tinggi rendahnya viskositas yang didapat diantara analisis yang lain.

Pengujian karaginan dengan menganalisis kadar air bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air yang masih tertinggal karena ini berkaitan dengan mutu dari karaginan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan kadar air tertinggi yang diperoleh oleh larutan NaOH terjadi pada konsentrasi 8% dengan nilai  $25,45 \pm 0,75\%$  dan yang terendah pada 6% dengan  $21,49 \pm 1,36\%$  ,pada larutan KOH kadar air

tertinggi terjadi pada konsentrasi 4% dengan  $25,75 \pm 0,73\%$  dan yang terendah pada konsentrasi 8% dengan  $22,12 \pm 0,20\%$ . Hasil analisis statistik menunjukkan kadar air yang diperoleh tidak berpengaruh nyata dengan larutan alkali dan konsentrasi alkali ( $P > 0,01$ ). Kadar air terendah terjadi pada larutan alkali NaOH dengan konsentrasi 6% dan tertinggi pada larutan alkali KOH dengan konsentrasi 4% hal ini diduga kandungan sulfat pada larutan alkali KOH 4% hal ini lebih rendah sehingga tidak banyak mengikat air pada saat ekstraksi dari pada larutan alkali yang lain, ini berkaitan dengan kekuatan gel yang akan diperoleh. Kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini masih cukup tinggi bila dibandingkan dengan syarat yang dikeluarkan oleh FAO yaitu sebesar 12%. Dalam penelitian ini proses penjemuran karaginan yang dilakukan selama 1 sampai 2 hari dengan panas terik yang cukup. Sepertinya penjemuran yang dilakukan belum cukup mengeringkan karaginan sehingga kadar air yang diperoleh cukup tinggi. Faktor yang mempengaruhi kandungan kadar air pada karaginan antara lain sistem pengeringan, sifat bawaan produk seperti adanya ion yang bersifat higroskopis dan adanya faktor perlakuan dalam proses ATC (Basmal *et al.*, 2009).

Kadar abu pada larutan NaOH terendah dengan konsentrasi 4%;  $13,00\% \pm 0,06$  dan tertinggi pada konsentrasi 6%;  $14,00\% \pm 0,04$  sedangkan pada larutan alkali KOH nilai tertinggi dengan konsentrasi 6%;  $13,72\% \pm 0,06$  dan terendah pada konsentrasi 4%;  $12,86\% \pm 0,50$ . Hasil analisis statistik menunjukkan kadar abu yang diperoleh dari penelitian ini berpengaruh nyata terhadap larutan dan konsentrasi alkali ( $P < 0,01$ ). Larutan alkali NaOH dengan konsentrasi 6% lebih tinggi dari pada konsentrasi yang lain dan larutan alkali KOH dengan konsentrasi 4% lebih rendah dari pada yang lain. Tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi adanya garam mineral lain yang menempel pada rumput laut seperti natrium dan kalsium (Winarno, 1990). Kandungan abu menunjukkan besarnya kandungan mineral

pada rumput laut yang tidak terbakar pada saat pengabuan (Bidwel, 1974). Hasil ini berpengaruh pada kekuatan gel pada karaginan. Semakin besar kadar abu yang dihasilkan semakin besar pula kadar sulfat yang didapat, hal ini dikarenakan pada saat proses pengabuan beberapa sulfat akan menguap menjadi  $\text{SO}_2$  dan lainnya akan menjadi mineral atau oksida yang tidak menguap selama pengabuan (Anonymous, 1978). Kadar abu yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 12,86 – 14,00% hasil ini masih jauh dibawah standar maksimum yang diisyaratkan oleh FAO adalah sebesar 14 – 40%

Rumput laut penghasil agar maupun penghasil karaginan mengandung gugus sulfat dan merupakan salah satu faktor penentu kualitas produk rumput laut (Basmal *et al.*, 2002). Kappa karaginan dari alga laut terbentuk dari  $\mu$ -karaginan dengan cara menghilangkan sulfat pada atom C-6 dalam galaktosa 6-sulfat dengan ikatan atom C 1,4 dan membentuk 3,6-anhidro-galaktosa (Glicksman, 1983). Sulfat yang terdapat dalam  $\mu$ -karaginan dapat dihilangkan dengan menggunakan borohidrida dalam kondisi alkali (Moriani, 1977). Hasil penelitian menunjukkan kandungan sulfat pada larutan NaOH tertinggi dengan konsentrasi 6%;  $7,85\% \pm 0,04$  dan terendah 4% dengan  $3,84\% \pm 0,25$  sedangkan pada larutan KOH nilai tertinggi pada konsentrasi 4% dengan  $7,00\% \pm 0,51$  dan terendah pada 6% dengan  $3,06\% \pm 0,02$ . Dilihat dari analisis statistik kadar abu yang diperoleh berpengaruh nyata terhadap larutan dan konsentrasi alkali ( $P < 0,01$ ). Larutan alkali NaOH 6% menjadi yang tertinggi dari pada larutan alkali dan konsentrasi yang lain, sedangkan kadar sulfat yang terendah terdapat pada larutan alkali KOH 6%. Hasil ini masih jauh dibawah dari penelitian Suryaningrum *et al.* (2003) yaitu 13,65%-14,19%. Ini juga masih dibawah standar yang ditetapkan oleh FAO yaitu berkisar 15% sampai 40%. Tinggi rendahnya kadar sulfat dipengaruhi oleh kadar abu dalam karaginan, semakin tinggi kadar abu semakin tinggi pula kadar sulfatnya,

begitupula sebaliknya (Guiseley *et al.*, 1980). Ini akan mempengaruhi kekuatan gel dan viskositas karaginan. Kandungan sulfat dipengaruhi oleh tipe karaginan, konsentrasi, kadar air, jenis dan umur panen (Pamungkas 1987 dalam Suryaningrum 1988).

### Kesimpulan

Jenis dan konsentrasi alkali memberikan pengaruh terhadap kekuatan gel dan viskositas karaginan. Larutan KOH 6% memberikan pengaruh tertinggi pada kekuatan gel sebesar  $630,71 \pm 10,32 \text{ g/m}^2$  jika dibandingkan dengan jenis dan konsentras lain, sedangkan untuk viskositas yang memberikan pengaruh tertinggi terjadi pada NaOH 8% dengan  $25,07 \pm 0,17 \text{ cPs}$ .

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada dosen pembimbing utama saya yaitu Bapak Dr. AB Susanto, M.Sc serta Ibu Dra. Rini Pramesti, M.Si selaku dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan saran dan masukan dalam pembuatan jurnal ilmiah ini.

Terima kasih kepada kemendikbud yang telah memberikan beasiswa unggulan melalui program P3SWOT.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang membantu untuk pembuatan artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anggadireja, J., T.A. Zalnika dan S. Prayogo. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya, Jakarta, 148 hlm.
- Anonymous. 1978. Reactivity With Potasic Chloride. MA-03.E01. Ceamsa, Pontevedra.
- Basmal, J., N. Aji, B. Gunawan dan B. Purdiwoto. 2002. Sifat – Sifat Fisika Kimia Rumput Laut Penghasil Agar, Alginat, dan Karaginan. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta, 76 hlm.

- Basmal, J., B.S. Bandol Utomo dan B.B. Sedayu. 2009. Mutu Semi Refined Carrageenan (SRC) yang Diproses Menggunakan Air Limbah Pengolahan SRC yang Didaur Ulang. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol. 4 No. 1, Jakarta, hlm 7.
- Bidwel, R.G.S.L. 1974. Plant Physiology. Mac Millan Publishing, Co., Inc., London, 643 p.
- Chapman, V.J. and D.J. Chapman. 1980. Seaweeds and Their Uses. 3th ed., Chapman and Hall, 333 p.
- Dahuri, R. 2002. Paradigma Baru Pembangunan Indonesia Berbasis Kelautan. Orasi Ilmiah Guru Besar Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 233 hlm.
- Glicksman, M. 1983. Red Seaweed Extracts (Agar, Carrageenans, Fulcelleran) in Food Hydrocolloid Baton Raton, Florida, CRC Pres.pp : 73-113. E.cottonii.
- Guiseley, K.B., Stanley, N.F., and Whitehouse, P.A. 1980. Carrageenan. In: Davis, R.L. (editor). Handbook of Water Soluble Gums and Resins. London, Mc Graw Hill Book Company, New York, Toronto, pp. 125-142.
- Hellebust, J.A., and Cragie, J.S. 1987. Handbook of Phycological Methods. Cambridge University Press, London, pp. 54-66.
- Lestari, H. 2004. Pengaruh Penambahan Alkali dan Natrium Disulfid Terhadap Mutu Karagenan dari *Eucheuma cottonii*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Moirano, A.L. 1977. Sulphated Seaweed Polysaccharides In Food Colloids. Graham M.D. (editor). The AVI Publishing Company Inc. Westpoint Connecticut, pp. 347-381.
- Nazir. 1988. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia, Jakarta, 622 hlm.
- Nuswantari, W.S. 1997. Pengaruh Letak dan Ukuran Rakit Terhadap Laju Pertumbuhan Kualitas Budidaya *E.alvarezii* Doty. Fakultas Biologi. Universitas Nasional. Jakarta. 90 halaman.
- Pamungkas, K.T. 1987. Mempelajari Hubungan Antara Umur Panen dengan Kandungan Karagenan dan Senyawa-senyawa Lainnya pada *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. Bogor: Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan. IPB. 66 hlm.
- Rey, D.K. dan Labuza, T.P. 1981. Characterization of the Effect of Solution on the Water-binding and Gel strength Properties of Carrageenan. J. Food Sci. 46: p. 786-789.
- Suryaningrum, Th.D. 1988. Kajian Sifat – Sifat Mutu Komoditi Rumput Laut Budidaya Jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. [Tesis]. Program Pascasarjana, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, Bogor, 55 hlm.
- Suryaningrum, Th.D., Murdinah dan Erlina, M.D. 2003. Pengaruh Perlakuan Alkali dan Volume Larutan Pengekstrak Terhadap Mutu Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 9(5) 65-76.
- Towle, G.A. 1973. Carrageenan. In: Whistler RL (editor). Industrial Gums. 2nd ed., Akademik Press New York, 83 – 114 p.
- Winarno, F.G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta, 150 hlm.