



---

## PENGARUH PERENDAMAN AIR KAPUR TERHADAP KADAR SULFAT DAN KEKUATAN GEL KARAGINAN RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii*

Radityo Haris<sup>\*)</sup>, Gunawan Widi Santosa, Ali Ridlo

Progam Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698  
email: aliridlo26@gmail.com

### Abstrak

Pembentukan gel merupakan hasil *crosslinking* antara rantai heliks yang berdekatan, dengan gugus sulfat menghadap ke bagian luar. Menggunakan landasan teori tentang penggunaan senyawa alkali yang murah dan mudah diperoleh untuk mengeliminasi gugus sulfat pada K-karaginan, dengan metode perendaman air kapur  $\text{Ca(OH)}_2$  untuk meningkatkan derajat keseragaman molekul dan daya gelasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman air kapur terhadap kadar sulfat dan kekuatan gel. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan acak lengkap dan variasi perlakuan sampel yaitu rumput laut yang diberi perlakuan perendaman  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan konsentrasi (1,2g/L, 0,6g/L, and 0,3g/L). Percobaan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Proses ekstraksi pertama menggunakan KOH 5, Sedang proses ekstraksi kedua menggunakan KCL 1%. Pengamatan dilakukan terhadap tepung karaginan yang terbentuk, sifat kimia (kadar air, abu, dan sulfat) dan sifat fisik (viscositas, kekuatan gel, dan warna thalus) karaginan yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rumput laut yang diberi perlakuan perendaman 0,3g/L  $\text{Ca(OH)}_2$  sangat berpengaruh ( $p < 0,01$ ), menghasilkan kekuatan gel karaginan tertinggi sebesar sebesar 516.23 dyne/cm dengan kadar sulfat terendah sebesar 20.84 %.

**Kata Kunci** : *Kappaphycus alvarezii*; Parameter Fisika – Kimia Karaginan.

### Abstract

Gel formation is the result of crosslinking between adjacent helical chains, with sulphate groups facing to the outside. The theoretical basic is using alkaline compounds are cheap and easily available to eliminate the sulfate groups on the K-carrageenan, with the water immersion method of  $\text{Ca(OH)}_2$  to increase the degree of molecular uniformity and gel strength. This study is to determine the effect of  $\text{Ca(OH)}_2$  water immersion of sulphate content and gel strength. This study its experimental research laboratory with a completely randomized design and variations in treatment where seaweed samples were treated with submersion of  $\text{Ca(OH)}_2$  at different concentration (1.2 g/L, 0.6 g/L, and 0.3 g/L). The experiments were performed with 3 replications. The first extraction process used 5% KOH, being the second extraction used 1% KCl. Determination was carried out toward powder of carrageenan, its chemical characters (moisture content, ash, and sulphate), physical characters (viscosity, gel strength, and color of thalus) carrageenan had produced. The results showed that seaweed treated with 0.3 g/L  $\text{Ca(OH)}_2$  very significantly influent ( $p < 0.01$ ), produced the highest gel strength at 516.23 dyne/cm with the lowest sulfate levels at 20.84 %.

**Keywords** : *Kappaphycus alvarezii*; physico-chemical characteristics of carrageenan.

\*) Penulis Penanggung Jawab



## **Pendahuluan**

Indonesia merupakan Negara maritim karena hampir dua pertiga luas seluruh wilayahnya adalah lautan, yang hingga kini belum dieksploitasi secara maksimal, sehingga banyak potensi laut yang belum dimanfaatkan. Salah satunya komoditi hasil laut yang berpotensi untuk dieksploitasi adalah rumput laut.

Rumput laut jenis *K. alvarezii* merupakan salah satu *carragaenophytes* yaitu rumput laut penghasil karaginan, suatu senyawa polisakarida sulfat. Karaginan dapat terekstraksi dengan air panas dan mempunyai kemampuan untuk membentuk gel sehingga sangat penting dalam industri pangan. Sifat pembentukan gel pada rumput laut ini dibutuhkan untuk menghasilkan pasta yang baik (Winarno, 1990).

Kekuatan gel karaginan merupakan sifat utama yang diperlukan untuk diterapkan di industri pangan dan farmasi. Pembentukan gel merupakan hasil *crosslinking* antara rantai *heliks* yang berdekatan, dengan gugus sulfat menghadap ke bagian luar. Kelarutan dalam air sangat dipengaruhi kadar gugus sulfat  $SO_4^{2-}$  (bersifat hidrofilik) dan kation dalam karaginan. Kation yang terionisasi yang dijumpai dalam karaginan adalah sodium (Na), potasium (K), calcium (Ca), dan magnesium (Mg). Banyaknya fraksi

sulfat dan keseimbangan kation dalam air menentukan kekentalan atau kekuatan gel yang dibentuk karaginan (Campo *et al.*, 2009).

Bahan perendam sangat penting untuk meningkatkan kualitas karaginan serta kekuatan gel. Dalam penelitian ini, digunakan kalsium hidroksida sebagai bahan perendam mengingat akan kereaktifan kappa karaginan terhadap calcium (Ca). Bahan perendam ini dihasilkan dari Reaksi kalsium oksida ditambahkan air yang diduga dapat menurunkan kadar sulfat pada karaginan. Reaksi ini akan berjalan dengan sangat kuat dan cepat apabila dalam bentuk serbuk, dimana serbuk kalsium oksida akan melepaskan kalor. Molekul dari CaO akan segera mengikat molekul air ( $H_2O$ ) yang akan membentuk kalsium hidroksida, zat yang lunak seperti pasta. Sebagaimana ditunjukkan pada reaksi sebagai berikut.

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$  (Hidrasi Kalsium Oksida) (Estrela & Holland, 2007).

Penelitian dengan peubah konsentrasi air kapur ini memiliki sasaran bagi para petani rumput laut *K. alvarezii* agar dapat mengolah hasil panennya sendiri dengan pertimbangan pembuatan bahan perendam air kapur yang murah dan mudah diperoleh, agar rumput laut dapat diolah atau diproses menjadi beberapa produk yang mempunyai



nilai tambah seperti agar-agar, mengingat sifat kappa karaginan yang mudah larut dalam larutan gula dapat dipastikan variasi hasil olahannya lebih banyak.

### Materi dan Metode

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *K. alvarezii* yang diambil dari pengumpul rumput laut di Teluk Awur Jepara. Sebagai bahan perendam adalah air kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dengan 3 konsentrasi, A: 1,2 g/L, B: 0,6 g/L, dan C: 0,3 g/L, air kapur ini diperoleh dengan mereaksikan :  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaOH}_2$  hingga diperoleh konsentrasi air kapur jenuh 1,2 g/L (A), setelah didiamkan selama 12 jam dengan suhu kamar 25°C (Estrela & Holland, 2007), lalu dilakukan pengenceran sehingga didapatkan konsentrasi 0,6 g/L (B), dan sebesar 0,3 g/L (C) dengan rumus ( $n_1.V_1=n_2.V_2$ ) Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 konsentrasi (1,2 g/L, B: 0,6 g/L, dan C: 0,3 g/L) dan 3 kali pengulangan, dengan prosedur :

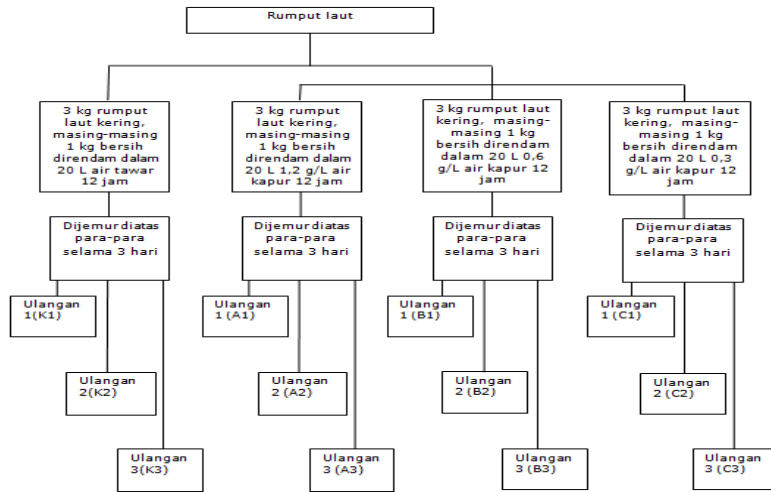
1. Rumput laut *K. alvarezii* kering ditimbang dengan berat 1kg untuk setiap perendaman.
2. Hasil dari tahap penimbangan, rumput laut *K. alvarezii* direndam pada 20 L air tawar (kontrol), 20 L air kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L) selama 12 jam.
3. Pengeringan rumput laut setelah perendaman dilakukan dengan cara

diangin-anginkan diatas para-para selama 3 hari.

4. Untuk mempermudah proses ekstraksi, rumput laut *K. alvarezii* hasil pengeringan di atas para-para dipotong kecil ( $\pm 2$  cm).
5. Rumput laut *K. alvarezii* yang telah berbentuk potongan kecil direbus dengan 15 L KOH 5 % selama 30 menit pada suhu 90-100 °C, untuk memecah dinding sel rumput laut *K. alvarezii*.
6. Hasil perebusan dengan KOH 5 % diangkat, lalu dicuci air mengalir sampai bau KOH hilang.
7. Ekstraksi rumput laut *K. alvarezii* hasil perebusan dengan 60 L KCl 1 % agar rasa tidak terlalu pahit (Widyastuti, 2009) selama 2 jam dengan suhu 90-100 °C, untuk membantu proses pengendapan karaginan.
8. Hasil ekstraksi KCl 1 % disaring dengan kain belacu dan diendapkan dalam pan selama 12 jam.
9. Karaginan yang telah menjendal dipres untuk mengurangi kadar air, sehingga terbentuklah karaginan kertas.
10. Karaginan kertas yang telah terbentuk ini dikeringan dengan oven pada 60 °C selama 15 jam.
11. Karaginan kertas yang telah kering ditepungkan dengan grinder kemudian dilakukan pengujian kadar air, kadar abu, viscositas, kadar sulfat, serta kekuatan gel.

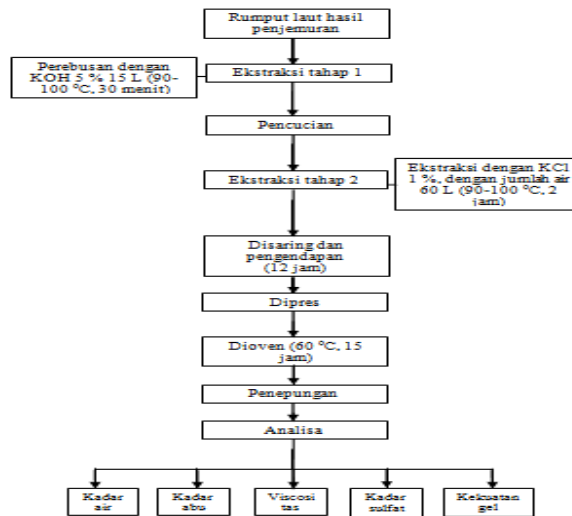


Tahap Perendaman Rumput Laut *K. alvarezii*



**Gambar 1.** Perendaman Rumput Laut.

Tahap Ekstraksi Rumput Laut *Refined Carrageenan*, (Murtoyo, 2004).



**Gambar 2.** Diagram Ekstraksi Rumput Laut Hasil Penjemuran.

**Analisis Fisika-Kimia**

Tepung karaginan yang diperoleh kemudian dianalisis kadar sulfat serta kekuatan gel serta beberapa parameter seperti kadar air, kadar abu, viscositas.

**Analisis Kadar Air (AOAC 1995)**

Penentuan kadar air didasarkan pada perbedaan berat sampel sebelum dan sesudah dikeringkan. Cawan porselin yang akan digunakan, dikeringkan terlebih dahulu kira-kira 1 jam pada suhu 105 °C, lalu didinginkan dalam desikator selama 30



menit dan ditimbang hingga beratnya tetap (A). Sampel ditimbang 2 g (B) dalam cawan tersebut, dikeringkan dalam oven pada suhu 100 – 105 °C selama 5 jam atau beratnya tetap. Cawan yang berisi contoh didinginkan di dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang hingga beratnya tetap (C).

Kadar air dihitung dengan rumus :

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

#### **Analisis Kadar Abu (AOAC 1995)**

Penentuan kadar abu didasarkan pada menimbang sisa mineral sebagai hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar 550 °C. Cawan porselin dikeringkan di dalam oven selama satu jam pada suhu 105 °C, lalu didinginkan selama 30 menit di dalam desikator dan ditimbang hingga didapatkan berat tetap (A). Ditimbang sampel sebanyak 2 g (B), dimasukkan kedalam cawan porselin dan dipijarkan di atas nyala api pembakar bunsen hingga tidak berasap lagi. Setelah itu dimasukkan kedalam tanur listrik (furnace) dengan suhu 550 °C selama ± 12 jam. Selanjutnya cawan didinginkan selama 30 menit pada desikator, kemudian ditimbang hingga didapatkan berat tetap (C).

Kadar abu dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{C}{(A + B)} \times 100\%$$

#### **Analisis Kadar Sulfat (FMC Corp. 1977)**

Prinsip penentuan kadar sulfat adalah gugus sulfat yang telah ditimbang dan dihidrolisa diendapkan sebagai BaSO<sub>4</sub>. Sampel ditimbang sebanyak 1 g dan dimasukkan ke dalam labu erlemeyer ditambahkan 50 ml HCl 0,2 N kemudian direfluks sampai mendidih selama 6 jam sampai larutan menjadi jernih. Larutan ini dipindahkan ke dalam gelas piala dan dipanaskan sampai mendidih, Selanjutnya ditambahkan 10 ml larutan BaCl<sub>2</sub> di atas penangas air selama 2 jam. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring tak berabu dan dicuci dengan akuades mendidih hingga bau klorida hilang. Kertas saring dikeringkan ke dalam oven pengering, kemudian diabukan pada suhu 600 °C sampai diperoleh abu berwarna putih. Abu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

Kadar sulfat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kadar Sulfat (\%)} = \frac{P \times 0.4116}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan 0,4116: Massa atom relative SO<sub>4</sub> dibagi massa atom relative BaSO<sub>2</sub>

P : Berat endapan BaSO<sub>4</sub>

#### **Analisis Kekuatan Gel (FMC Corp. 1977)**

Larutan karaginan 1,6 % dipanaskan dalam bak air mendidih dengan pengadukan secara teratur sampai suhu 80 °C. Volume larutan dibuat sekitar 50 ml. Larutan panas dimasukkan ke dalam cetakan berdiameter



kira-kira 4 cm dan dibiarkan pada suhu 10 °C selama 2 jam. Gel dalam cetakan dimasukkan ke dalam alat ukur (curd tension meter) sehingga plunger yang akan bersentuhan dengan gel berada ditengahnya. Plunger diaktifkan dan dilakukan pengamatan, pembacaan dilakukan pada saat pegas kembali.

Perhitungan kekuatan gel adalah sebagai berikut :

**Kekuatan Gel (dyne/cm):**  $\frac{F}{S} \times 980 \text{ dyne/cm}^2$

Keterangan :

F : Tinggi Kurva (curd tension meter)

S : Luas permukaan sensing rod (cm<sup>2</sup>)

**Analisis Viskositas (FMC Corp. 1977)**

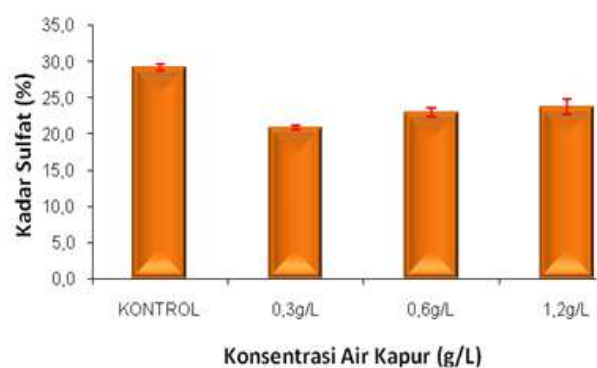
Larutan karaginan dengan konsentrasi 1,5 % dipanaskan dalam bak air mendidih sambil diaduk secara teratur sampai suhu mencapai 75 °C. Viskositas diukur dengan Viscometer Brookfield. Spindel terlebih dahulu dipanaskan pada suhu 75 °C kemudian dipasang ke alat ukur viscometer Brookfield. Posisi spindel dalam larutan panas diatur sampai tepat, viskometer dihidupkan dan suhu larutan diukur. Ketika suhu larutan mencapai 75 °C dan nilai viskositas diketahui dengan pembacaan viskosimeter pada skala 1 sampai 100. Pembacaan dilakukan setelah satu menit putaran penuh 2 kali untuk spindel no 1.

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil penelitian tentang kadar sulfat karaginan rumput laut *K. alvarezii* selama penelitian dengan diberi perlakuan perendaman dengan beberapa konsentrasi air kapur menghasilkan kadar sulfat yang didapat berkisar 20,84-23,73 %. Kadar sulfat ini lebih rendah daripada kontrol sebesar 29,18 %, (Tabel 1 dan Gambar 3).

**Tabel 1.** Hasil Rerata Kadar Sulfat Karaginan Rumput Laut *K. alvarezii* (%) pada Konsentrasi Air Kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L).

Ulangan	Konsentrasi Air Kapur			
	Kontrol	0,3 g/L	0,6 g/L	1,2 g/L
1	29,58	21,38	24,08	25,76
2	29,75	20,47	22,58	22,22
3	28,20	20,67	22,24	23,22
<b>Rerata</b>	<b>29,18</b>	<b>20,84</b>	<b>22,97</b>	<b>23,73</b>
<b>(±) STD</b>	<b>0,76</b>	<b>0,35</b>	<b>0,92</b>	<b>1,79</b>



**Gambar 3.** Rerata ± SD Kadar Sulfat Karaginan Rumput Laut *K. alvarezii* pada Konsentrasi Air

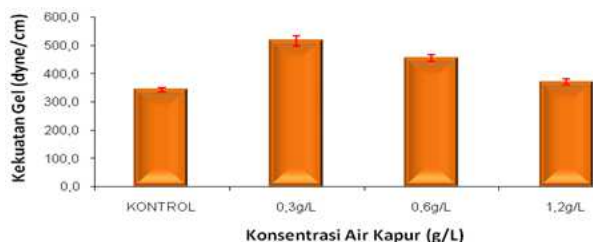


Kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L).

Hasil analisis kekuatan gel pada karaginan rumput laut *K. alvarezii* berkisar 516,23-370,67 dyne/cm. Kekuatan gel ini lebih tinggi daripada kontrol sebesar 342,68 dyne/cm, (Tabel 2 dan Gambar 4)

**Tabel 2.** Hasil Rerata Kekuatan Gel Karaginan Rumput Laut *K. alvarezii* (dyne/cm) pada Konsentrasi Air Kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L).

Ulangan	Konsentrasi Air Kapur			
	Kontrol	0,3 g/L	0,6 g/L	1,2 g/L
1	325,25	546,85	465,30	353,90
2	349,40	486,45	430,80	391,50
3	353,40	515,40	468,20	366,60
<b>Rerata</b>	<b>342,68</b>	<b>516,23</b>	<b>454,77</b>	<b>370,67</b>
<b>(±) STD</b>	<b>15,23</b>	<b>30,21</b>	<b>20,81</b>	<b>19,13</b>

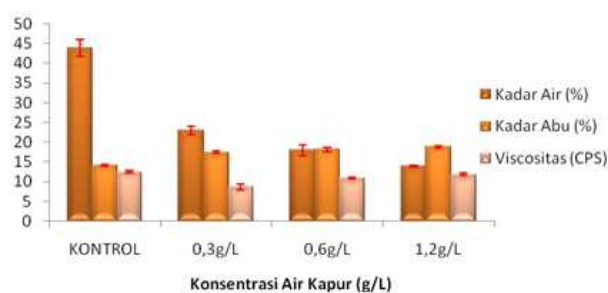


**Gambar 4.** Rerata ± SD Kekuatan Gel Karaginan Rumput Laut *K. alvarezii* pada Konsentrasi Air Kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L).

Hasil analisis kadar air, abu, dan viscositas karaginan rumput laut *K. alvarezii* disajikan pada Tabel 3, dan Gambar 5.

**Tabel 3.** Hasil Rerata Kadar Air, Kadar Abu, serta Viscositas Karaginan Rumput Laut *K. alvarezii* pada Konsentrasi Air Kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L).

Parameter	Konsentrasi Air Kapur			
	Kontrol	0,3 g/L	0,6 g/L	1,2 g/L
Kadar Air (%)	43,85 ± 2,11	22,88 ± 1,09	18,00 ± 1,42	13,95 ± 0,30
Kadar Abu (%)	14,14 ± 0,30	17,45 ± 0,25	18,15 ± 0,58	18,79 ± 0,29
Viscositas (CPS)	12,48 ± 0,34	8,72 ± 0,77	10,88 ± 0,26	11,83 ± 0,34



**Gambar 5.** Rerata ± SD Kadar Air, Kadar Abu, serta Viscositas Karaginan Rumput Laut *K. alvarezii* pada Konsentrasi Air Kapur (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman rumput laut *K. alvarezii* dengan beberapa konsentrasi air kapur yang berbeda (0,3 g/L, 0,6 g/L, 1,2 g/L) menunjukkan bahwa kadar sulfat semakin menurun. Perlakuan perendaman selama 12 jam pada konsentrasi air kapur 0,3 g/L yaitu sebesar 28,58 ± 2,36 % dan



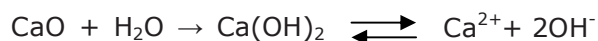
terendah pada perendaman dengan konsentrasi air kapur 1,2 g/L yaitu sebesar  $18,67 \pm 6,25$  %.

Hal ini diduga perlakuan perendaman memiliki peran dalam menurunkan kadar sulfat karaginan rumput laut *K. alvarezii*.



$\text{CaSO}_4$  yang terbentuk akan mengendap. Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang terbentuk akan membersihkan rumput laut *K. alvarezii*, hal ini sesuai dengan sifat air melarutkan kotoran yang menempel pada rumput laut. Semakin tinggi kadar air kapur yang digunakan pada saat perendaman kurang maksimal dalam menurunkan kadar sulfat. Menurut Warkoyo (2007), hal ini diduga dinding sel rumput laut mulai pecah karena menyerap air kapur, yang akan mengakibatkan keluarnya karaginan yang merupakan bahan utama pembentuk gel. Dinding sel yang mulai pecah juga mengeluarkan pigmen dari rumput laut itu karena ikut tercuci bersama air kapur dari proses perendaman, sehingga rumput laut *K. alvarezii* hasil perendaman tampak putih.

Adanya intrusi kation ke dalam karaginan akan mempengaruhi kekuatan gel seperti  $\kappa$ -karaginan, kation yang dimaksud dalam penelitian ini saat perendaman, kation itu berupa  $\text{Ca}^{2+}$  yang dihasilkan oleh larutan air kapur.



Kadar air tertinggi dihasilkan dari perlakuan perendam air kapur 0,3 g/L sebesar  $22,88 \pm 1,09$  %. Sedangkan nilai kadar air relatif rendah pada perlakuan 1,2 g/L sebesar  $13,95 \pm 0,3$  %. Kadar air karaginan yang diperoleh dari penelitian ini belum memenuhi syarat tepung karaginan yang dikeluarkan oleh FAO sebesar 12 %. Kadar air ini perlu diperhatikan karena umumnya produk tepung harus aman untuk disimpan dalam waktu yang cukup lama.

Abu yang terbentuk dalam penelitian ini diduga berasal dari garam dan mineral yang menempel pada rumput laut baik saat ekstraksi yaitu K, Cl dan mineral lain yang menempel pada saat perendaman rumput laut seperti Ca. Hal ini terlihat pada proses perendaman rumput laut dengan konsentrasi air kapur yang berbeda, karaginan mengalami peningkatan persentase berat abu antara  $17,45 \pm 0,25$  % -  $18,79 \pm 0,29$  % dibandingkan kontrol sebesar  $14,14 \pm 0,3$  %, namun kesemua perlakuan masih memenuhi standar FAC/FCC sebesar 15-40 %. Besarnya kadar abu dalam suatu bahan pangan menunjukkan tingginya kandungan mineral dalam bahan pangan tersebut (Sudarmadji *et al.*, 1984). Kandungan mineral total dalam bahan pangan dapat diperkirakan sebagai kandungan abu yang merupakan residu anorganik yang tersisa setelah bahan-bahan organik terbakar habis.





Viskositas karaginan pada penelitian ini didapatkan  $8,72 \pm 0,77$  cps –  $11,83 \pm 0,34$  cps. Sedangkan nilai viskositas karaginan kontrol yaitu  $12,48 \pm 0,34$  cps, hal ini masih masuk standar CFCC yaitu min 5 cps. Kekentalan disebabkan karena kandungan sulfat masing-masing bahan yang berbeda.

Hubungan antara kadar sulfat dengan viscositas, dan kekuatan gel yaitu semakin besar nilai sulfat maka viscositas naik, sedangkan kekuatan gel mengalami penurunan. Menurut Guiseley (1980), adanya sulfat ini akan menyebabkan gaya tolak menolak antara group sulfat bermuatan negatif sehingga rantai polimer akan tertarik kencang-kencang dan nilai viscositas meningkat. Berbeda dengan kadar air, kadar abu, kedua parameter ini dipengaruhi oleh konsentrasi perendaman air kapur. Semakin besar konsentrasi air kapur semakin tinggi pula mineral  $Ca^{2+}$  yang menempel pada karaginan. Kadar air karaginan lebih banyak dipengaruhi oleh pengemasan sampel itu sendiri, atau karena faktor lingkungan yaitu tempat penyimpanan terlalu banyak uap air.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perendaman larutan air kapur memberikan pengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar sulfat dan kenaikan kekuatan gel pada rumput laut *K. alvarezii* ( $p < 0,01$ ). Konsentrasi perendaman 0,3 g/L selama 12 jam

menurunkan kadar sulfat 28,58 % dan menaikkan kekuatan gel sebesar 50,64 %. Perlakuan perendaman dengan air kapur menyebabkan penurunan kadar air serta nilai viskositas, namun meningkatkan kadar abu.

### **Daftar Pustaka**

- [AOAC]. Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Inc. Washington DC. P: 185-189.
- [FAO]. Food Agricultural Organization. 2004. Carrageenan. (<http://apps3.fao.org/jecfa/additive-specs/docs/9/additive-0836.html>) diakses 5 Maret 2012.
- [FCC]. Food Chemical Codex. 1992. Carrageenan. National Academy Press. Washington. P: 74-75.
- Campo, V.L., Kawano, D.F., Silva Júnior, D.B., Ivone, C.I. 2009. Carrageenans: Biological Properties. Chemical Modifications and Structural Analysis. Carbohydrate Polymers. P : 167-180.
- Estrela, C., Holland, R. 2007. Calcium Hydroxide: Study Based On Scientific Evidences. Unesp Press. (<http://id.scribd.com/doc/50937497/Kelarutan-hidroksida>) diakses 6 April 2012.
- Guiseley, K.B., Stanley, N.F., Whitehouse, P.A. 1980. Carrageenan. In : Davids RL(Editor). Handbook of water Soluble Gums and Resins. New York. Toronto. Mac Graw Hill Book Company. London. P : 125-142.
- Murtoyo. 2004. Persiapan Alat dan Bahan pada Pengolahan KaraginoFit Menjadi Refined Karaginan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 63 hal.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. Hal : 38.



**Journal Of Marine Research.**

Volume 2, Nomor 2, Tahun 2013, Halaman 1-10

Online di: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>

---

Warkoyo. 2007. *Studi Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut Eucheuma cottonii (Kajian Jenis Larutan Perendam dan Lama Perendaman) Vol 14 No 1.* Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang Press. 8 hal.

Widyastuti, S. 2009. *Pengolahan Agar-Agar Dari Alga Coklat Strain Lokal Lombok*

*Menggunakan Dua Metode Ekstraksi.* Agroteksos Vol 19 No 1-2. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram Press. 7 hal.

Winarno, F.G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut.* Edisi 1. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.  
(<http://eprints.undip.ac.id/333/1>) diakses 6 April 2012.