

PENGARUH PERBANDINGAN AIR PENGEKSTRAK, SUHU PRESIPITASI, DAN KONSENTRASI KALIUM KLORIDA (KCl) TERHADAP MUTU KARAGINAN

Arif Rahman Hakim¹⁾, Singgih Wibowo²⁾, Fifi Arfini³⁾, dan Rosmawaty Peranginangin¹⁾

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian ekstraksi karaginan menggunakan *filter press* dengan variasi perbandingan volume air pengestrak, suhu presipitasi, dan konsentrasi kalium klorida yang digunakan. Perbandingan antara rumput laut dan volume air pengestrak yaitu 1:20, 1:30, dan 1:40 (b/v), variasi suhu presipitasi yang digunakan adalah 15 dan 30°C sedangkan variasi konsentrasi KCl yang dipakai ialah 1 dan 1,5% (b/v). Parameter yang diamati untuk mengetahui kualitas karaginan yang dihasilkan meliputi rendemen, kekentalan, kekuatan gel, kadar air, kadar abu, kadar sulfat, dan kadar abu tak larut asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan perbandingan volume air 1:20, suhu presipitasi pada suhu 30°C dan konsentrasi KCl 1%, dengan mutu karaginan yang dihasilkan yaitu kekuatan gel 1897,14 (g/cm²), kekentalan 145 (cPs), kadar abu 29,59%, kadar abu tak larut asam 0,83%, kadar sulfat 18,36%, rendemen 31,77%, dan kadar air 9,73%. Mutu karaginan yang dihasilkan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *Food Agriculture Organization* (FAO), *Food Chemical Codex* (FCC), dan *European Economic Community* (EEC).

ABSTRACT: *Effect of medium extraction ratio, temperature of precipitation and potassium chloride concentration on quality of carrageenan. By: Arif Rahman Hakim, Singgih Wibowo, Fifi Arfini and Rosmawaty Peranginangin*

Study on carrageenan extraction using filter press with variation ratio of seaweed and extraction medium (water), temperature of precipitation, potassium chloride concentration has been conducted. Ratio of seaweed and water used were 1:20, 1:30 and 1:40 (w/v), temperature of precipitation were varied at 15 and 30°C, and potassium chloride concentration used were 1 and 1.5%. Parameters observed on the carrageenan were yield, viscosity, gel strength, moisture content, ash content, sulfate content and acid insoluble ash. Result showed that the best treatment was ratio seaweed : water = 1:20, temperature of precipitation at 30°C and potassium chloride concentration of 1%, with quality of carrageenan i.e. gel strength 1897.14 (g/cm²), viscosity 145 (cPs), ash content 29.59%, acid insoluble ash 0.83%, sulfate content 18.36%, yield 31.77% and moisture content 9.73%. The carrageenan quality has met with the standard established by Food Agriculture Organization (FAO), Food Chemical Codex (FCC) and European Economic Community (EEC).

KEYWORDS: *filter press, water ratio, temperature, KCl, carrageenan, quality*

PENDAHULUAN

Rumput laut menjadi komoditas hasil perikanan yang semakin populer di dunia. Umur budidayanya yang relatif pendek menjadikan rumput laut sangat ideal sebagai bahan baku sebuah industri pengolahan. Pemanfaatan produk olahan rumput laut seperti agar, alginat, dan karaginan sangat luas sehingga industri pengolahan di sejumlah negara berkembang pesat disertai dengan permintaan bahan baku yang semakin meningkat (Anon., 2010).

Euचेuma cottonii adalah jenis rumput laut yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan maupun untuk keperluan industri sebagai sumber penghasil karaginan (Hung *et al.*, 2009). Rumput laut spesies

ini juga telah dibudidayakan di lebih 20 negara sebagai bahan pangan (Ask & Azanza, 2002).

Produksi karaginan Indonesia pada tahun 2007 baru mencapai 13% dari produksi karaginan dunia. Diprediksi pada tahun 2010 produksi karaginan mengalami peningkatan sebesar 15% (Rahman, 2009). Untuk memenuhi kebutuhan karaginan dalam negeri, hingga saat ini masih harus mengandalkan impor. Besarnya impor karaginan Indonesia dari tahun ke tahun terus bertambah seiring perkembangan industri hilir dalam negeri yang menggunakan karaginan sebagai bahan baku. Jika hal ini tidak diikuti dengan produksi dalam negeri maka nilai impor karaginan Indonesia sangat besar. Tercatat pada tahun

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Balitbang KP, KKP; Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Slipi, Jakarta Pusat; E-mail:arkola_05@yahoo.co.id

²⁾ Mahasiswa S2, Teknologi Hasil Perairan, Sekolah Pascasarjana IPB; Jl. Rasamala, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

2003, impor karaginan tidak kurang dari 900 ton (Sulaeman, 2006).

Kurang lebih 80% produk karaginan digunakan untuk industri pangan. Beberapa produk yang menggunakan karaginan adalah jelli, saus, sirup, dodol, nugget, dan produk susu sedangkan sisanya yang 20% dimanfaatkan dalam industri nonpangan, farmasi, dan kosmetik. Dalam industri pangan karaginan berfungsi sebagai pensuspensi, *stabilizer*, pembentuk gel, pencegah sineresis, *emulsifier*, pengental, dan *bodying agent* (Anggadiredja *et al.*, 2008).

Usaha untuk memproduksi karaginan dengan kualitas yang baik telah banyak dilakukan melalui berbagai penelitian. Namun untuk pengembangan industri karaginan tersebut dibatasi oleh beberapa faktor, di antaranya modal yang cukup besar. Hal ini disebabkan oleh proses ekstraksi karaginan yang cukup rumit dan relatif menghabiskan energi yang cukup besar.

Penelitian-penelitian sebelumnya tentang pembuatan karaginan telah banyak dilakukan seperti Purnama (2003) yang telah melakukan penelitian optimasi jumlah KCl pada pemisahan karaginan, Murdinah (2008) mengenai penggunaan IPA (*isopropyl alcohol*) dalam proses pemisahan karaginan. Dengan proses ini biaya produksinya menjadi lebih tinggi, begitu juga dengan kualitas karaginan yang dihasilkan relatif masih rendah dengan kekuatan gel 193,3 dan 337,62 g/cm² dan kekentalan 155,3 dan 87,50 cPs. Penggunaan KCl sebagai bahan presipitasi karaginan sudah dilakukan oleh Basmal *et al.* (2009) namun belum disebutkan penggunaan suhu yang optimal dalam proses presipitasi dan perbandingan air yang optimal saat ekstraksi; selain itu juga sifat kekentalan pada karaginan yang dihasilkan masih rendah (33 cPs) dan kadar airnya masih tinggi (14,51%). Sedangkan parameter mutu pada karaginan komersial (*Anhui Suntran Chemical, Qingdao Hengke Fine Chemical, Kevinfood*) mempunyai kekuatan gel antara 1300–1400 g/cm², kekentalan 20–200 cPs dan kadar air maksimal 12% (Anon., 2011). Adapun spesifikasi produk karaginan sebagaimana mengacu pada standar yang dirilis oleh *SEA-Plant* tahun 2007; FAO, 2007; FCC, 1981; EEC, 1978 adalah kadar air maksimal 12%, kekentalan minimal 5 cPs, kadar abu 15–40%, dan kadar sulfat 15–40%. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk bisa mendapatkan kualitas karaginan yang lebih baik dan bisa bersaing dengan produk karaginan impor.

Dalam penelitian sebelumnya tentang pembuatan karaginan (Alpis, 2002; Basmal *et al.*, 2003; Suryaningrum *et al.*, 2003; Basmal *et al.*, 2005; Syamsuar, 2006; Bawa *et al.*, 2007) tahapan penyaringan dilakukan menggunakan alat selain *filter*

press yang menyebabkan proses ekstraksi memerlukan waktu lama serta beberapa parameter mutu yang dihasilkan seperti kekentalan, kekuatan gel dan kadar air kurang bagus, dan juga penambahan KCl dilakukan pada tahap ekstraksi bukan pada tahap presipitasi, hal tersebut dianggap tidak efisien karena memerlukan waktu lebih lama (semalam) untuk menjendalkan filtrat yang dihasilkan. Sementara itu dalam pengolahan karaginan skala besar (*scaling up* maupun *pilot plant*) harus menggunakan *filter press* untuk mempercepat proses penyaringan. Oleh karena itu diperlukan informasi tentang prasyarat kondisi larutan karaginan atau bubur rumput laut yang akan disaring dan juga suhu filtrat yang akan dipresipitasi menggunakan KCl.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan mutu karaginan yang memenuhi standar dengan menggunakan variasi perbandingan air, suhu presipitasi, dan konsentrasi KCl dalam pembuatan karaginan murni.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan umur 45 hari, dibeli dari petani budidaya rumput laut, kemudian dicuci dengan air laut, diatur di atas para-para bambu dan dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi karaginan adalah kalium hidroksida (KOH), celite (tanah diatom), dan kalium klorida (KCl) teknis.

Peralatan yang digunakan adalah peralatan untuk ekstraksi, *filter press*, pres hidraulik, *grinder*, pengaduk, thermometer, kertas pH, *hot plate*, gelas ukur, *Texture Analyzer by TA-XT*, *Viscometer Brookfield*, serta peralatan laboratorium untuk pengujian kimia.

Metode

Metode penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap yaitu:

Penelitian pendahuluan

Penelitian tahap ini bertujuan untuk mencari kisaran konsentrasi larutan KCl yang terbaik untuk presipitasi karaginan, dalam hal ini digunakan 4 variabel konsentrasi yaitu : 0,5; 1; 1,5; dan 2%. Selanjutnya hasil yang terbaik berdasarkan deskripsi pembentukan karaginan digunakan pada penelitian utama.

Penelitian ekstraksi karaginan

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode Basmal *et al.* (2009) dengan beberapa modifikasi yaitu

waktu perebusan yang dikurangi dari 3 jam menjadi 2 jam, penggunaan alat *filter press* dalam ekstraksinya, perubahan suhu presipitasi dari 60°C menjadi 30°C dan pengurangan konsentrasi KCl yang digunakan menjadi 1 dari 2%. Rumput laut kering dicuci hingga bersih dari pasir dan kotoran lain, serta disortasi dari pengotor rumput laut jenis lain. Rumput laut direbus dalam larutan KOH 8% selama 2 jam pada suhu 70–80°C dengan perbandingan rumput laut dan air 1:6 (b/v). Setelah itu rumput laut dicuci hingga pH netral. Kemudian rumput laut tersebut diekstraksi kembali dalam air dengan volume 20, 30, dan 40 kali dari bobot rumput laut kering selama 2 jam dengan suhu 90 ± 5°C dan ditambahkan celite 2%, 15 menit sebelum diangkat. Bubur rumput laut kemudian disaring menggunakan *filter press*. Filtrat dipresipitasi dengan memasukkannya dalam larutan KCl 1 dan 1,5% (b/v) yang bersuhu 15 dan 30°C dengan volume 2 kali volume filtrat. Filtrat yang telah dipresipitasi tersebut kemudian dipres menggunakan pres hidraulik. Hasil pengepresan di potong-potong kemudian dilakukan penjemuran. Setelah kering potongan karaginan digiling dengan ukuran 80 mesh untuk menghasilkan tepung karaginan.

Mutu karaginan yang diamati meliputi rendemen, sifat kimiawi, dan fisik. Uji kimiawi meliputi kadar air, kadar abu, dan kadar abu tak larut asam dengan metode AOAC (1995), serta kadar sulfat dengan metode FMC (1977). Uji fisik meliputi kekentalan diukur dari larutan 1,5% (b/b) karaginan pada suhu 76–77°C dengan menggunakan *Viscometer Brookfield*. Kekuatan gel diukur dengan menggunakan *Texture Analyzer* (FMC, 1977) dari larutan karaginan 2% yang telah membentuk gel pada suhu 25°C, setelah di simpan semalam.

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap faktorial dengan 3 kali ulangan. Data dianalisis dengan metode *univariate general model* dengan program SPSS versi 17. Untuk melihat taraf perlakuan yang berbeda, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN BAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Kappa-karaginan sensitif terhadap ion K⁺ dan membentuk gel yang kuat dengan adanya garam kalium. Ion K⁺ dapat meningkatkan kekuatan gel. Hal ini disebabkan ion K⁺ mampu meningkatkan kekuatan ionik dalam rantai polimer karaginan sehingga gaya antar molekul terlarut semakin besar yang menyebabkan keseimbangan antara ion-ion yang larut dengan ion-ion yang terikat di dalam struktur karaginan dapat membentuk gel. Semakin tinggi konsentrasi ion K⁺ sampai dengan konsentrasi tertentu semakin tinggi pula kekuatan gel yang dihasilkan. Konsentrasi yang berlebihan akan menurunkan kekuatan gel, karena konsentrasi jenuh dari ion K⁺ menyebabkan keseimbangan antar ion semakin sulit tercapai (Imeson, 2000).

Pada konsentrasi KCl 0,5% presipitat karaginan yang terbentuk sangat rapuh, bentuknya seperti bubur, pada saat disaring karaginan masih dapat lolos melewati saringan. Pada konsentrasi KCl 2% menghasilkan presipitat karaginan yang kokoh dan keras, namun memberikan sedikit rasa sepat pada produk, sehingga tidak memenuhi persyaratan karaginan yang seharusnya tidak mempunyai rasa. Hasil penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi larutan KCl terhadap karakteristik serat karaginan
Table 1. The effect of KCl concentration on the characteristic of carrageenan fiber

Konsentrasi KCl / KCl Concentration (%)	Deskripsi Karaginan/ Description of Carrageenan
0.5	Karaginan terbentuk sangat lambat, bening kecoklatan, bentuk bubur, tidak berasa/ <i>Carrageenan very slowly formed, brown transparent, porridge form, tasteless</i>
1.0	Karaginan terbentuk lambat, bening kecoklatan, bentuk tidak beraturan, sedikit keras, tidak berasa/ <i>Carrageenan slowly formed, brown transparent, non uniform shape, slightly hard, tasteless</i>
1.5	Karaginan terbentuk agak cepat, bening kecoklatan, bentuk tidak beraturan, agak keras, tidak berasa/ <i>Carrageenan fastly formed, brown transparent, non-uniform shape, hard, tasteless</i>
2.0	Karaginan terbentuk cepat, bening kecoklatan, bentuk tidak beraturan, keras, berasa pahit/ <i>Carrageenan fastly formed, brown transparent, non uniform shape, harder, taste bitter</i>

Konsentrasi larutan KCl 1 dan 1,5% selanjutnya dipilih untuk ekstraksi karaginan, meskipun tekstur yang dihasilkan tidak lebih keras dari KCl 2% tetapi tidak menimbulkan rasa dan proses penyaringannya lebih mudah.

Penelitian Ekstraksi Karaginan

Rendemen

Rata-rata rendemen karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 21,76–31,77% (Gambar 1). Hasil ini masih di bawah nilai rendemen yang dilaporkan oleh Suryaningrum *et al.* (2003) yang melakukan ekstraksi karaginan dengan penambahan 0,1% KCl dalam larutan pengestrak dengan volume larutan pengestrak 60 kali bobot rumput laut kering, rendemen yang dihasilkan yaitu berkisar antara 27,55–49,03%, tetapi lebih tinggi bila dibandingkan hasil penelitian Purnama (2003) yang melaporkan bahwa perbandingan air 1:40 menghasilkan rendemen yang terbaik yaitu 20,20%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbandingan jumlah air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi dan interaksi ketiganya tidak memberi pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap rendemen. Hal ini diduga karena kemampuan mengekstrak karaginan dari rumput laut pada rasio 1:20 pada penelitian ini sudah optimum.

Selain itu, rendemen karaginan menurut Basmal *et al.* (2009^a) dalam penelitian pengolahan *semi refined carrageenan* (SRC), lebih banyak dipengaruhi oleh

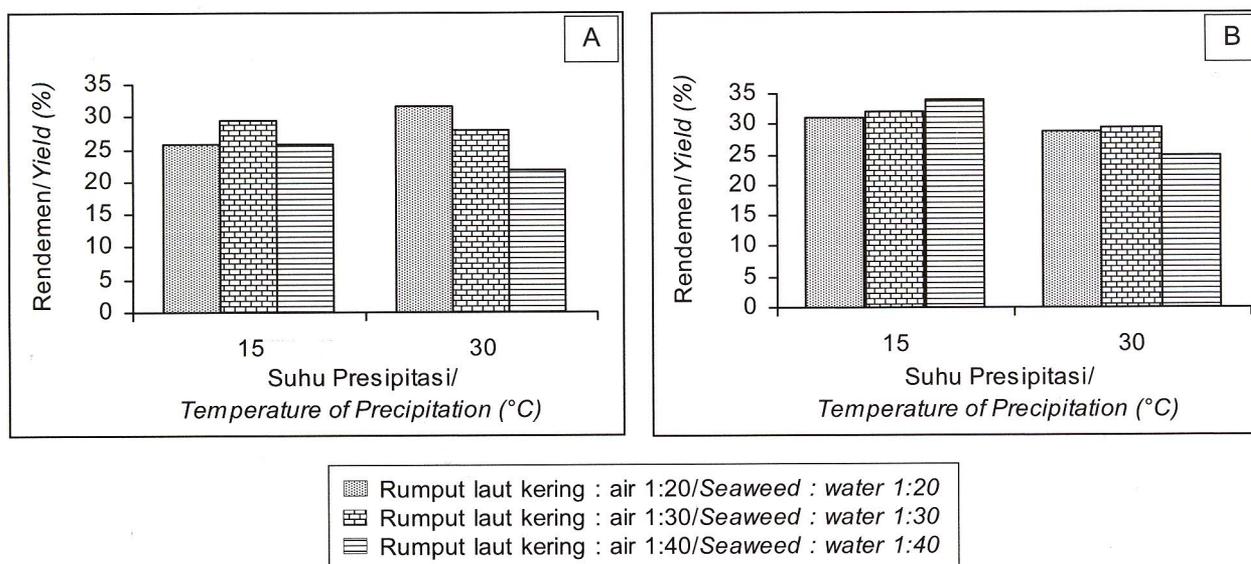
perlakuan suhu dan waktu ekstraksi. Sedangkan dalam penelitian ini suhu dan waktu ekstraksi yang digunakan sama sehingga rendemen yang dihasilkan relatif sama.

Kekentalan

Rata-rata kekentalan karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 52,50–158,33 cP. Nilai kekentalan tertinggi dan terendah berturut-turut diperoleh pada kombinasi perlakuan perbandingan air 1:20, KCl 1%, dan suhu 15°C dan perlakuan perbandingan air 1:40, KCl 1,5%, dan suhu 15°C. Nilai kekentalan yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar yang ditetapkan oleh FAO (2007) yaitu minimal 5 cP. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbandingan air dan konsentrasi KCl memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kekentalan yang dihasilkan, sedangkan suhu presipitasi memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$).

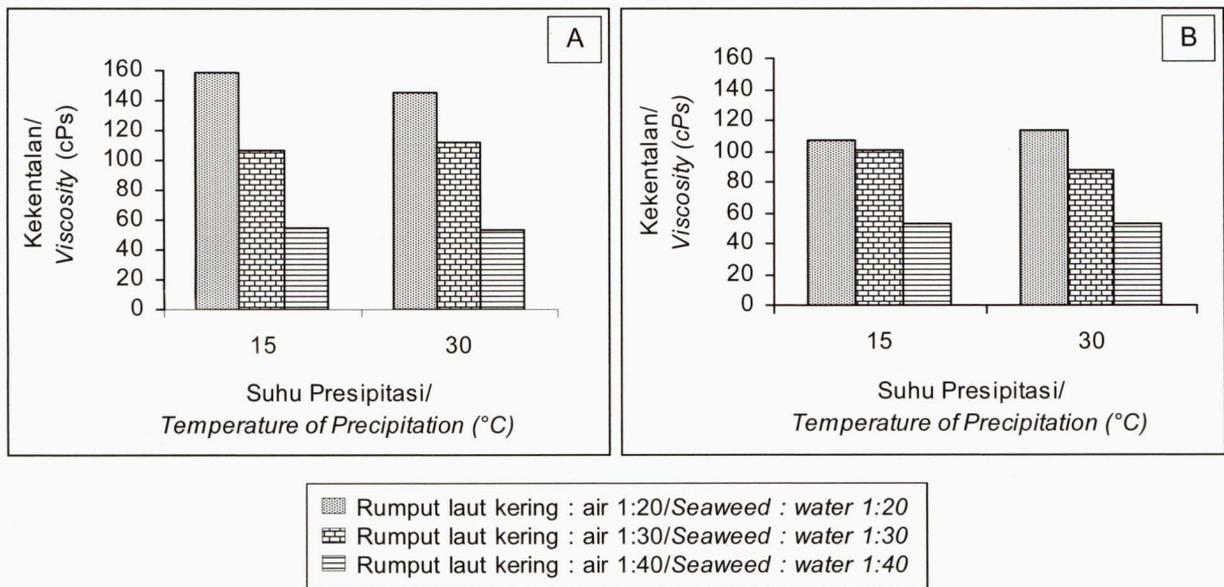
Pengaruh perlakuan terhadap kekentalan karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan jumlah perbandingan air, terlihat bahwa semakin sedikit perbandingan air maka kekentalan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan jumlah air yang semakin sedikit menyebabkan interaksi molekul air dengan ion-ion pada karaginan semakin sedikit, sehingga antar ion negatif dalam senyawa ester sulfat di karaginan akan saling tolak menolak yang menjadikan larutan semakin kental. Campo *et al.* (2009) mengemukakan bahwa gaya tolak



Gambar 1. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap rendemen karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 1. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan yield of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.



Gambar 2. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap kekentalan karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 2. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan viscosity of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.

menolak antar grup sulfat akan menyebabkan rangkaian molekul kaku dan tertarik kencang sehingga molekul-molekul karaginan meningkat kekentalannya.

Konsentrasi KCl memberikan pengaruh terhadap nilai kekentalan yang dihasilkan. Adanya ion K^+ yang berasal dari garam KCl dapat menurunkan muatan negatif sepanjang rantai polimer. Penurunan muatan ini menyebabkan gaya tolakan (*repulsion*) antar gugus-gugus sulfat juga menurun. Sehingga sifat hidrofilik polimernya semakin lemah dan menyebabkan kekentalan larutan menurun. Konsentrasi KCl yang tinggi menyebabkan nilai kekentalan larutan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Basmal *et al.* (2009) yang meneliti tentang pengaruh konsentrasi KCl pada proses presipitasi karaginan. Dilaporkan bahwa konsentrasi KCl 2% menghasilkan karaginan yang nilai kekentalannya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi KCl 3% dan 3,5%.

Suhu presipitasi yang digunakan 15 dan 30°C tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kekentalan karaginan yang dihasilkan, karena kekentalan karaginan lebih banyak dipengaruhi oleh suhu ekstraksi, sedangkan suhu presipitasi mempengaruhi proses pembentukan gel.

Kekuatan gel

Kekuatan gel karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 1493,49–2202,97 g/cm² dengan nilai terendah dihasilkan oleh kombinasi perlakuan perbandingan air 1:40, KCl 1,5% dan suhu

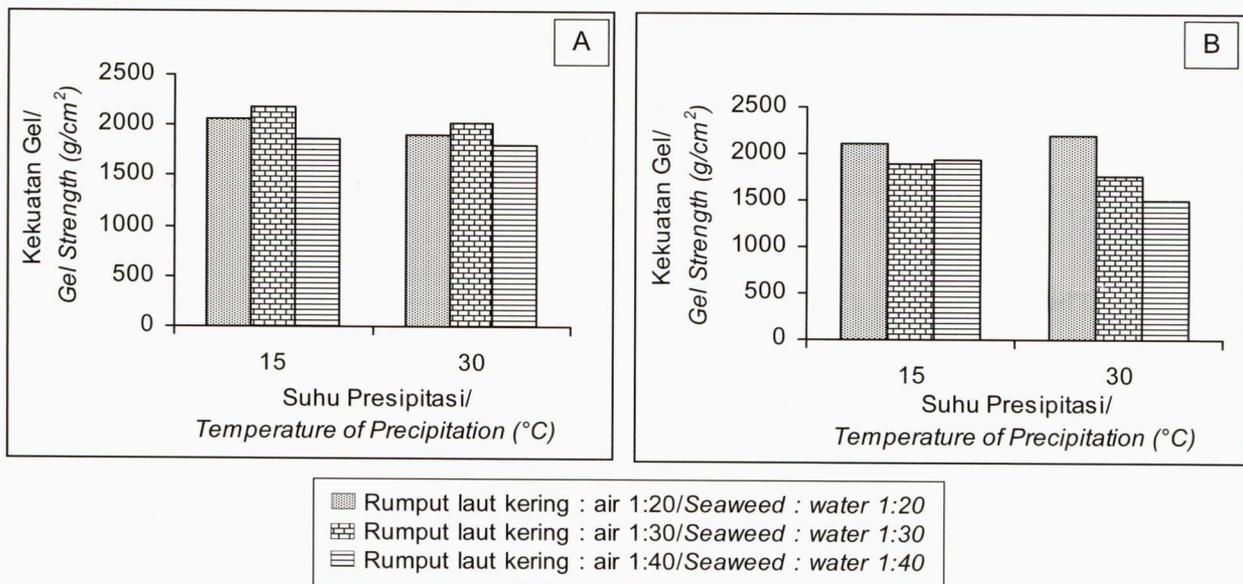
30°C dan nilai tertinggi dihasilkan oleh perlakuan perbandingan air 1:20, KCl 1,5%, dan suhu 30°C.

Berdasarkan hasil analisis ragam perbandingan air memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kekuatan gel yang dihasilkan. Namun perbedaan konsentrasi KCl dan suhu presipitasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan gel ($p > 0,05$). Interaksi antar perlakuan juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

Pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap kekuatan gel karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 3.

Menurut Imeson (2000), karaginan merupakan polisakarida berantai linear dengan berat molekul yang tinggi. Rantai polisakarida tersebut terdiri dari ikatan berulang antara gugus galaktosa dengan 3,6-anhidrogalaktosa (3,6 AG), keduanya baik yang berikatan dengan sulfat maupun tidak, dihubungkan dengan ikatan glikosidik α -(1,3) dan β -(1,4). Adanya 3,6-anhidrogalaktosa menyebabkan sifat anhidrofilik sehingga konsentrasi perbandingan air yang lebih sedikit menyebabkan ikatan antar rantai polimer karaginan semakin kuat karena jumlah air yang lebih sedikit memudahkan pembentukan heliks rangkap sehingga pembentukan gel lebih cepat tercapai. Oleh karena itu proses ekstraksi dengan waktu yang sama menggunakan jumlah air yang lebih sedikit menghasilkan kekuatan gel yang lebih kuat.

Mekanisme pembentukan gel terdiri dari dua tahap proses yaitu dimulai dengan perubahan konformasi



Gambar 3. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap kekuatan gel karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 3. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan gel strength of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.

intramolekuler yang tidak berhubungan dengan ion-ion, kemudian diikuti oleh pembentukan ikatan silang yang tergantung pada adanya ion-ion spesifik (kation) yang menyebabkan struktur gel terbentuk (Campo *et al.*, 2009). Kation spesifik yang mampu mengimbas pembentukan gel pada κ -karaginan adalah ion K⁺. Ion ini juga berfungsi sebagai bahan pengikat antar rantai polimer karaginan dengan memperkuat struktur tiga dimensi sehingga polimer tersebut akan mempertahankan bentuknya bila dikenai tekanan (Funami *et al.*, 2007).

Hal yang menyebabkan kekuatan gel tidak berbeda antara KCl 1% dan 1,5% diduga karena kenaikan konsentrasi yang tidak terlalu besar menyebabkan perubahan kekuatan gel yang dihasilkan juga tidak terlalu besar sehingga perbedaannya tidak signifikan.

Suhu presipitasi yang digunakan (30 dan 15°C) masih dibawah suhu *gelling point* karaginan yaitu 40°C sehingga kedua perlakuan tersebut tidak menyebabkan perbedaan kekuatan gel yang dihasilkan. Larutan karaginan akan membentuk gel pada suhu sekitar 40°C dan tergantung pada kandungan kationnya. Gel karaginan akan stabil pada suhu ruang tetapi akan mencair kembali bila dipanaskan 5–20°C diatas suhu *gelling point* (Imeson, 2000). Menurut Syamsuar (2006), titik gel adalah suhu di mana larutan karaginan dalam konsentrasi tertentu mulai membentuk gel. Titik gel κ karaginan (tanpa penambahan ion) berada pada kisaran suhu 33,06–34,10°C, sedangkan titik leleh κ karaginan, berkisar antara 10–15°C di atas titik gelnya.

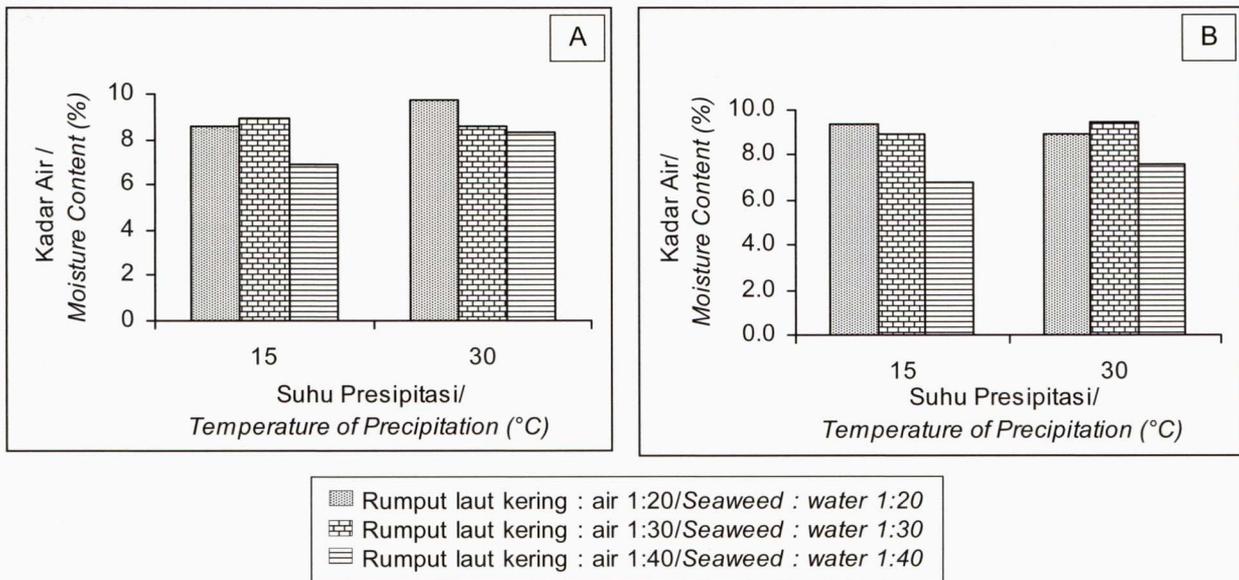
Kadar air

Hasil pengukuran kadar air pada penelitian ini berkisar antara 6,76–9,73%. Kadar air karaginan yang tertinggi dihasilkan pada kombinasi perlakuan perbandingan air 1:20, KCl 1%, dan suhu 30°C dan terendah pada perlakuan perbandingan air 1:40, KCl 1,5%, dan suhu 15 °C. Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini masih memenuhi kisaran standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum 12% (FAO, 2007).

Berdasarkan hasil analisis ragam perbandingan air memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan, namun interaksi perlakuannya memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$). Sedangkan konsentrasi KCl dan suhu presipitasi memberikan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan.

Pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 4.

Kadar air pada perlakuan perbandingan rumput laut dan air 1:40 rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (1:20 dan 1:30). Hal ini diduga karena filtrat yang dihasilkan pada perlakuan perbandingan 1:40 bersifat lebih encer karena jumlah air yang lebih banyak. Ketika dilakukan proses presipitasi, karaginan yang terbentuk mempunyai kekuatan gel yang rendah, akibatnya molekul air yang terperangkap dalam struktur tiga dimensi rantai karaginan tersebut tidak terlalu kuat sehingga pada



Gambar 4. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap kadar air karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 4. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan moisture content of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.

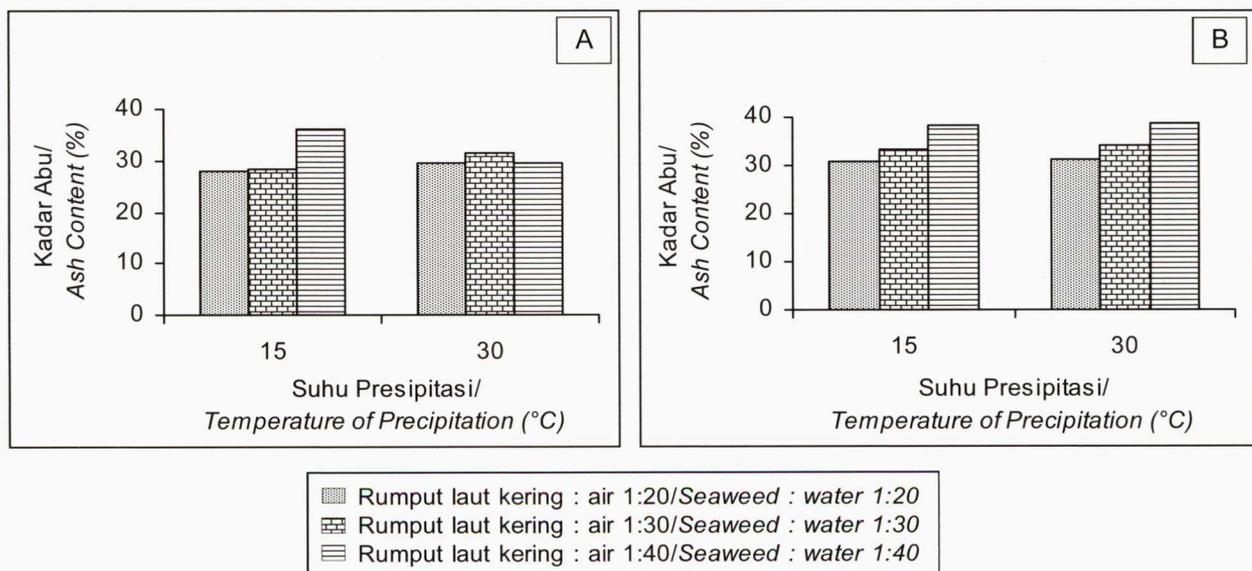
saat pengeringan molekul air tersebut lebih mudah menguap dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang menyebabkan kadar air dalam karaginan yang dihasilkan lebih rendah.

Menurut Fardiaz (1989), pembentukan gel adalah suatu fenomena penggabungan atau pengikatan silang rantai-rantai polimer sehingga terbentuk suatu jala tiga dimensi bersambungan. Selanjutnya jala ini

menangkap atau mengimobilisasikan air di dalamnya dan membentuk struktur yang kuat dan kaku.

Kadar abu

Rata-rata kadar abu karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 27,88–38,89%. Kadar abu karaginan hasil ekstraksi masih memenuhi standar karaginan yang telah ditetapkan oleh FAO



Gambar 5. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap kadar abu karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 5. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan ash content of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.

yaitu sekitar 15–40% (FAO, 2007), namun tidak sesuai dengan standar karaginan yang ditetapkan oleh *Food Chemical Codex* (FCC) yaitu maksimal 35% (FCC,1981). Pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil analisis ragam perbandingan air dan konsentrasi KCl memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu karaginan yang dihasilkan. Interaksi perlakuan antara perbandingan air dan suhu memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu karaginan. Demikian pula interaksi perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap karaginan hasil ekstraksi.

Kadar abu terendah terdapat pada perlakuan perbandingan air rumput laut 1:20, suhu presipitasi 15 °C dan penggunaan KCl 1%, sedangkan kadar abu tertinggi pada perlakuan perbandingan air rumput laut 1:40, suhu presipitasi 30°C, dan penggunaan KCl 1,5%.

Adanya ion kalium dari penggunaan KCl pada proses presipitasi diduga merupakan penyebab tingginya kadar abu karaginan yang diperoleh pada penelitian ini. Pada penggunaan KCl 1,5%, rata-rata kadar abu yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan KCl 1%. Winarno *et al.* (1996) mengemukakan bahwa kalium merupakan unsur mineral yang tidak terbakar. Peningkatan kadar abu paralel dengan peningkatan konsentrasi KCl yang digunakan sebagai bahan untuk presipitasi. Purnama

(2003) melaporkan bahwa karaginan yang diekstrak dengan KCl 1% menghasilkan kadar abu 37,69%.

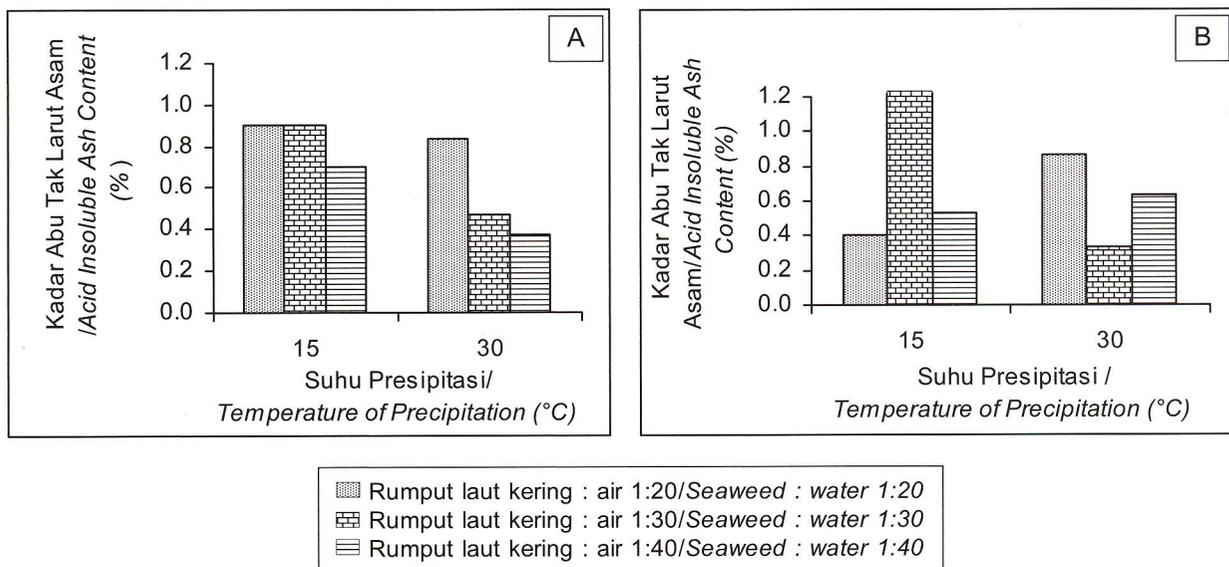
Kadar abu tak larut asam

Abu tidak larut asam adalah garam-garam klorida yang tidak larut asam yang sebagian adalah garam-garam logam berat dan silika. Kadar abu tidak larut asam merupakan salah satu kriteria dalam menentukan tingkat kebersihan dalam proses pengolahan (Basmal *et al.*, 2003).

Rata-rata kadar abu tidak larut asam karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,33–1,25%. Nilai kadar abu tak larut asam tertinggi dan terendah berturut-turut diperoleh dari kombinasi perlakuan perbandingan air 1:30, KCl 1,5%, suhu 30°C dan perlakuan perbandingan air 1:30, KCl 1,5%, suhu 15 °C. Kadar abu tak larut asam yang dihasilkan pada penelitian ini masih memenuhi kisaran standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh EEC yaitu maksimum 2% sedangkan FAO (2007) dan FCC (1981) menetapkan maksimum 1%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan suhu presipitasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu tak larut asam karaginan. Interaksi perbandingan air dan suhu serta interaksi perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) pada karaginan yang dihasilkan.

Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa suhu presipitasi 15°C memberikan nilai kadar abu tak larut asam yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan



Gambar 6. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap kadar abu tak larut asam karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 6. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan acid insoluble ash content of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.

suhu 30°C. Hal ini diduga karena pada suhu yang lebih rendah zat-zat organik dan anorganik tidak larut asam seperti silika dan logam-logam kasar yang terdapat dalam larutan karaginan, tidak dapat tereduksi secara optimal selama proses pengolahannya.

Pada konsentrasi KCl 1%, kadar abu tak larut asam cenderung turun dengan semakin bertambahnya jumlah perbandingan air yang digunakan. Hal ini diduga karena jumlah air pengeksrak yang lebih besar mampu mengurangi garam-garam logam pada rumput laut saat ekstraksi.

Pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap kadar abu tak larut asam karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 6.

Kadar sulfat

Kadar sulfat merupakan parameter yang digunakan untuk berbagai jenis produk yang terdapat dalam alga merah (Winarno *et al.*, 1996). Hasil ekstraksi rumput laut bisa dibedakan berdasarkan kandungan sulfat. Agar-agar mengandung sulfat tidak lebih dari 3–4% dan karaginan berkisar antara 18–40% (Glicksman, 1983).

Kadar sulfat tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan perbandingan air 1:20, KCl 1,5%, dan suhu 15°C dan terendah pada perlakuan perbandingan air 1:40, KCl 1,5%, dan suhu 30°C. Kadar sulfat yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 16,58–18,62%. Nilai kadar sulfat tersebut masih memenuhi

kisaran standar mutu karaginan yang ditetapkan FAO dan FCC yaitu 15–40% (FCC,1981; FAO,2007).

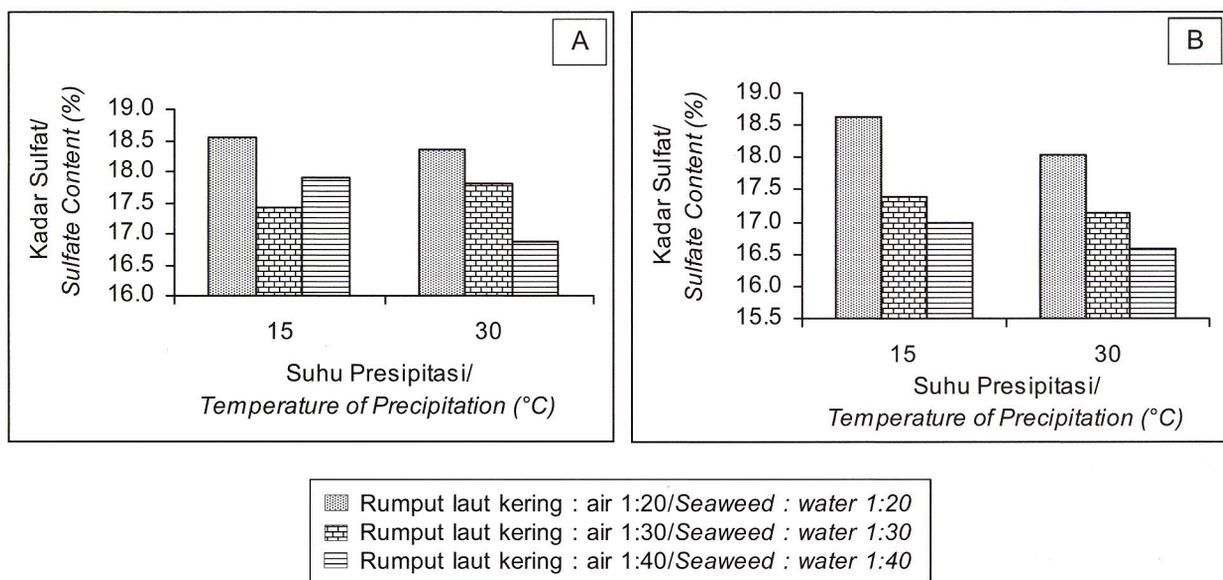
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbandingan air memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar sulfat karaginan. Interaksi perbandingan air dan suhu serta interaksi perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) pada karaginan yang dihasilkan.

Pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap kadar sulfat karaginan yang dihasilkan terlihat pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa semakin besar perbandingan air maka kadar sulfat semakin menurun. Hal ini diduga dalam air pengeksrak masih mengandung kation K^+ sisa pemasakan dalam KOH yang bereaksi dengan gugus sulfat (OSO_3^-) membentuk K_2SO_4 yang larut dalam air sehingga menurunkan kadar sulfat pada karaginan. Dalam perbandingan air yang lebih besar (1:40) terjadi reaksi antara rumput laut dan larutan yang mengandung kation K^+ yang lebih besar dibandingkan dengan perbandingan air lainnya (1:20 dan 1:30) sehingga kadar sulfat dalam karaginnannya pun semakin menurun.

Karakteristik karaginan terpilih

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan perbandingan air 1:20, konsentrasi KCl 1% dan suhu presipitasi 30°C terpilih sebagai proses yang optimal



Gambar 7. Pengaruh perbandingan air, konsentrasi KCl, dan suhu presipitasi terhadap kadar sulfat karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1,5%.

Figure 7. Effect of water ratio, KCl concentration and temperature of precipitation on carrageenan sulfate content of seaweed *Eucheuma cottonii* (A) KCl 1%, (B) KCl 1.5%.

Tabel 2. Spesifikasi mutu karaginan
Table 2. Quality specification of carrageenan

Parameter/Parameters	Mutu Terpilih/ Selected Quality ^{*)}	Basmal et al. (2009)**)	FAO 2007	FCC 1981	EEC 1978
Kekuatan gel/Gel strength (g/cm ²)	1897.14	1279	-	-	-
Kekentalan/Viscosity (cPs)	145.00	33.00	Min 5	Min 5	Min 5
Kadar air/Moisture content (%)	9.73	14.51	-	-	-
Kadar abu/Ash content (%)	29.59	28.94	15-40	Maks 35	15-40
Kadar abu tak larut asam/ Acid insoluble ash (%)	0.83	0.76	Maks 2	Maks 1	Maks 1
Kadar sulfat/Sulfate content (%)	18.36	-	15-40	18-40	15-40

Keterangan/Note: *) Mutu karaginan hasil penelitian ini/Quality of carrageenan from this research

**) Mutu karaginan hasil ekstraksi tanpa menggunakan filter pres/Quality of carrageenan result from extraction without filter press

untuk ekstraksi karaginan dengan presipitasi menggunakan KCl. Dengan metode tersebut mutu karaginan yang dihasilkan sesuai dengan standar FAO, FCC maupun EEC (Tabel 2). Penggunaan jumlah perbandingan air yang lebih sedikit mampu menghasilkan mutu karaginan yang lebih baik, sehingga dapat menghemat penggunaan air. Pemakaian KCl 1% menghasilkan mutu karaginan yang tidak jauh berbeda dengan KCl 1,5% sehingga terdapat penghematan penggunaan bahan kimia, khususnya KCl. Presipitasi dengan suhu 30°C menghasilkan mutu yang tidak jauh berbeda dengan presipitasi suhu 15°C sehingga penggunaan energi yang berlebih untuk menurunkan suhu dapat ditekan.

KESIMPULAN

Kondisi optimal ekstraksi karaginan menggunakan filter press adalah perbandingan air 1:20, dan persipitasi menggunakan KCl 1% dan suhu 30°C. Mutu karaginan yang dihasilkan dengan kondisi tersebut memenuhi standar Food Agriculture Organization (FAO), Food Chemical Codex (FCC) maupun European Economic Community (EEC) dan memiliki kekuatan gel dan kekentalan lebih tinggi dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya. Karaginan tersebut mempunyai kekuatan gel 1897,14 g/cm², kekentalan 145 cPs, kadar abu 29,59%, kadar abu tak larut asam 0,83%, kadar sulfat 18,36%, rendemen 31,77%, dan kadar air 9,73%.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.* Inc. Washington DC. p. 185-189.
Alpis. 2002. *Mempelajari Pembuatan Kloro Karagenan dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii* dengan*

Penambahan Kombinasi Beberapa Konsentrasi KOH dan KCl. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. IPB, Bogor. p. 16-18.

- Anonymous. 2011. Pure kappa carrageenan. www.alibama.com/product-gs/494368509/pure-kappa-refined-carrageenan-E407.html. Diakses pada tanggal 18 Mei 2011.
- Anonim. 2010. Optimasi keunggulan komparatif rumput laut Indonesia. *Warta Pasar Ikan.* Edisi September. 85: 2-3.
- Anggadiredja, J., Zalnika, A., Purwoto, H., dan Istani, S. 2008. *Rumput Laut.* Penebar Swadaya. p. 65-73.
- Ask, E.I. and Azanza, R.V. 2002. Advances in cultivation technology of commercial eucheumatoid species: a review with suggestions for future research. *J. World Aquaculture.* 20(6): 257-277.
- Basmal, J., Sedayu, B.B., and Utomo, B.S.B. 2009. Effect of KCl on the precipitation of carrageenan from *Eucheuma cottonii* extract. *Journal of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology.* Special Edition. 4: 73-80.
- Basmal, J., Sedayu, B.B., dan Utomo, B.S.B. 2009a. Mutu semi refined carrageenan (SRC) yang diproses menggunakan air limbah pengolahan SRC yang didaur ulang. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.* 4(1): 1-11.
- Basmal, J., Suryaningrum, D.T., dan Yennie, Y. 2005. Pengaruh konsentrasi dan rasio larutan potasium hidroksida dan rumput laut terhadap mutu karaginan kertas. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.* 11(8): 29-38.
- Basmal, J., Syarifudin., dan Ma'ruf, W.F. 2003. Pengaruh konsentrasi larutan potasium hidroksida terhadap mutu kappa-karaginan yang diekstraksi dari *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.* 11(8): 95-103.
- Bawa, I.G.A.G., Bawa, P.A.A., dan Laila, I.R. 2007. Penentuan pH optimum isolasi karaginan dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Kimia.* 1 (1): 15-20.

- Campo, L.V., Kawano, D.F., da Silva, D.B., and Carvalho, J.I. 2009. Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis—A review. *Journal Carbohydrate Polymer*. 77: 167–180.
- European Economic Community. 1978. In A/S Kobenhvns Pektifabrik. *Carrageenan*. Lilleskensved. Denmark. p. 156–157.
- Fardiaz, D. 1989. Hidrokoloid. In Verawaty (ed.). *Pemetaan Tekstur dan Karakteristik Gel Hasil Kombinasi Karagenan dan Konjak*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 22 pp.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. *Carrageenan*. Prepared at the 68th JECFA and published in FAO JECFA Monographs 4. p.1–6.
- Food Chemical Codex (FCC). 1981. *Carrageenan*. National Academy Press Washington. p. 74–75.
- Food Marine Colloids Corp (FMC Corp). 1977. *Carrageenan*. Marine Colloid Monograph Number One. Springfield New Jersey. USA : Marine Colloid Division FMC Corporation. p. 23–29.
- Funami, T., Hiroe, M., Noda, S., Asai, I., Ikeda, S., and Nishinarib, K. 2007. Influence of molecular structure imaged with atomic force microscopy on the rheological behavior of carrageenan aqueous systems in the presence or absence of cations. *Journal Food Hydrocolloids*. 21: 617–629.
- Glicksman. 1983. *Food Hydrocolloids*. CRS Press. Inc, Florida. II. 183 pp.
- Hung, D.L., Kanji, H., Huynh, Q.N., Tran, K., and Lethi, H. 2009. Seasonal changes in growth rate, carrageenan yield and lectin content in the red alga *Kappaphycus alvarezii* cultivated in Camranh bay, Vietnam. *Journal Applied Phycology*. 20: 265–272.
- Imeson A. 2000. Carrageenan. In Phillips G.O dan Williams (eds.). *Handbook of Hydrocolloids*. Florida. CRC Press. p. 86–99.
- Murdinah. 2008. Pengaruh bahan pengekstrak dan penjendal terhadap mutu karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan V Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan tahun 2008 Jilid 3*. p. 1–9.
- Purnama, R.C. 2003. *Optimasi Proses Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut Eucheuma cottonii*. Skripsi. Fakultas Teknologi Hasil Perikanan. IPB. Bogor. 71 pp.
- Rahman, F.A. 2009. *Perancangan Klaster Aquabisnis Rumput Laut Eucheuma cottonii di Kabupaten Lombok Timur*. Tesis. Jurusan Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Gadjah Mada. 188 pp.
- SEA Plant. 2007. Carrageenan refined and semi refined. In Rahman (ed.). *Perancangan Klaster Aquabisnis Rumput Laut Eucheuma cottonii di Kabupaten Lombok Timur*. Tesis. Jurusan Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Gadjah Mada. 161 pp.
- Syamsuar. 2006. *Karakteristik Karaginan Rumput Laut Eucheuma cottonii pada Berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 54 pp.
- Sulaeman, S. 2006. Pengembangan agribisnis komoditi rumput laut melalui model klaster bisnis. *Infokop*. 28(22): 71–78.
- Suryaningrum, T.D., Murdinah, dan Erlina, D.M. 2003. Pengaruh perlakuan alkali dan volume larutan pengekstrak terhadap mutu karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 9(5): 65–76.
- Winarno, F.G., Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta. p. 1–15.