

OPTIMASI PROSES EKSTRAKSI PADA PEMBUATAN KARAGINAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONI* UNTUK MENCAPAI FOODGRADE

Dian Yasita dan Intan Dewi Rachmawati

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

ABSTRAK

Salah satu dari banyak hasil laut yang mempunyai nilai ekspor adalah rumput laut atau alga. Salah satu jenis alga yaitu *Eucheuma* (alga merah) merupakan bahan baku penghasil karaginan (*carrageenophytes*). Karaginan dapat diproduksi melalui proses ekstraksi. Pada penelitian ini, rumput laut *Eucheuma cottonii* dibersihkan dulu, direndam dengan air selama 24 jam, kemudian direndam kembali dengan air kapur. Setelah itu dimasukkan kedalam ekstraktor untuk diekstraksi dengan solven NaOH selama 2 jam pada suhu 90-95^oC. Hasil ekstraksi ditambah pengendap dan disaring lagi. Hasil pengendapan dikeringkan kemudian diblender menjadi serbuk karaginan. Serbuk karaginan tersebut diuji kandungan foodgradenya sehingga dapat diketahui kelayakannya untuk dikonsumsi atau tidak dan aplikasinya sebagai bahan pengatur keseimbangan, bahan pengental, pembentuk gel, pengemulsi, dll. Hasil karaginan berkualitas baik, layak dikonsumsi dan memenuhi standar mutu karaginan, dihasilkan pada penggunaan konsentrasi solvent NaOH 0,3% dan pengendap etanol dengan penggunaan pemutih (H₂O₂).

Kata Kunci : ekstraksi; foodgrade; karaginan.

ABSTRACT

One of the product from sea that has high value to export is seaweed or algae. One of them is *Eucheuma Cottonii* (red algae) as a raw material for making carrageenan (*carrageenophytes*). It can be produced by extraction process. In this research, the seaweed was washed thoroughly with water for 24 hours then washed again with lime-water. After that, it's put in extractor for extraction process with NaOH as solvent for 2 hours at 90 – 95 °C. The product of extraction is added precipitate agent before filtration process. The product is dried then size reduction become powder. The carrageenan powder tested the content of foodgrade of it so that can know the eligibility of to be consumed or not and the application for stabilator, thickener, gel maker, emulsioner and etc . The high quality, safe for consumption, and fulfilling a quality standart of carrageenan product got by 0,3% solvent NaOH and etanol was precipitate agent with bleaching agent (H₂O₂).

Key word: extraction; foodgrade; carrageenan.

PENDAHULUAN

Rumput laut dikenal dengan nama *seaweed* merupakan bagian dari tanaman laut. Rumput laut dimanfaatkan sebagai bahan mentah, seperti agar – agar, karaginan dan algin. Pada produk makanan, karaginan berfungsi sebagai stabilator (pengatur keseimbangan), thickener (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi, dll.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variabel jenis pengendap, konsentrasi NaOH, dan penambahan pemutih (H₂O₂) terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, titik gel, dan titik leleh yang diperoleh. Diharapkan dari hasil penelitian dapat meningkatkan nilai tambah dari pengolahan rumput laut. Selain itu dapat mengoptimalkan produksi karaginan yang berkualitas dan bernilai ekspor yang tinggi serta dapat mengetahui kandungan di dalam karaginan sehingga dapat diketahui kelayakan karaginan tersebut untuk dikonsumsi atau tidak dan aplikasinya sebagai stabilator (pengatur keseimbangan), thickener (bahan pengental), pembentuk gel, pengemulsi, dll.

Karaginan merupakan polisakarida yang linier atau lurus, dan merupakan molekul galaktan dengan unit-unit utamanya adalah galaktosa. 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 kalsium sulfat. Karaginan merupakan molekul besar yang terdiri dari lebih 1.000 residu galaktosa. Oleh karena itu variasinya banyak sekali. Karaginan dibagi atas tiga kelompok utama yaitu : *kappa*, *iota*, dan *lambda* karaginan yang memiliki struktur yang jelas. Karaginan dapat diperoleh dari alga merah, salah satu jenisnya adalah dari kelompok *Euchema sp*

Pembuatan karaginan ini menggunakan metode ekstraksi dimana pengertian ekstraksi adalah metode pemisahan suatu komponen solute (cair) dari campurannya menggunakan sejumlah massa solven sebagai tenaga pemisah. Proses ekstraksi terdiri dari tiga langkah besar, yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang, dan proses pemisahan fasa setimbang. Solven merupakan faktor terpenting dalam proses ekstraksi, sehingga pemilihan solven merupakan faktor penting. Solven ini harus saling melarutkan terhadap salah satu komponen murninya, sehingga diperoleh dua fasa rafinat. Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal harus memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan solute cukup besar, bersifat inert, perbedaan density cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan solute maupun diluen, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan solute, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada pembuatan karaginan adalah rumput laut (*Euchema cottonii*), solvent (NaOH), aquadest, pengendap (Iso Propil Alkohol dan Etanol), pemutih (H_2O_2) dan HCl.

Alat yang digunakan dalam pembuatan karaginan adalah kompor listrik, termometer, pengaduk, ekstraktor, saringan vacuum, corong penghisap buchner, dan kain belacu.



Prosedur kerja :

Varibel digunakan adalah :

Variabel berubah : Konsentrasi solvent (0,1 % dan 0,3 %), Jenis pengendap (etanol dan iso propil alkohol), Jenis pemutih (H_2O_2 dan tanpa pemutih).

Variabel tetap : Jenis rumput laut *Euchema cotton*, Jenis solven NaOH, Temperatur 90 – 95 °C, waktu ekstraksi 2 jam

Gambar 1. Rangkaian Alat Pembuatan Karaginan

Pembuatan Karaginan

Rumput laut (*Euchema cottonii*) direndam dalam air tawar selama 12 - 24 jam, kemudian dibilas dan ditiriskan. Rumput laut (*Euchema cottonii*) direndam kembali dalam air kapur selama $\pm 2 - 3$ jam. Rumput laut (*Euchema cottonii*) dicuci kembali dan dibilas menggunakan air sampai bersih. *Euchema cottonii* dikeringkan dalam oven suhu 80°C selama 4 jam. *Euchema cottonii* diblender menjadi butiran kecil dan dilakukan pengayakan. *Euchema cottonii* yang diekstraksi lolos saringan 90 mesh. Timbang *Euchema cottonii* 200 gr, masukkan dalam ekstraktor, Mengekstraksi pada suhu 90 – 95 °C menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi tertentu selama 2 jam. dengan perbandingan pelarut dan bahan baku 20 ml : 1 gr. Hasilnya disaring dan filtratnya ditambahkan HCl hingga pH-nya netral (pH 7). Proses pemutihan (bleaching) bila diperlukan. Filtrat yang pH-nya sudah netral ditambahkan pengendap dengan perbandingan tertentu dan diaduk-aduk kemudian dibiarkan selama 15 menit. Endapan disaring kemudian dikeringkan, lalu hasilnya ditimbang.

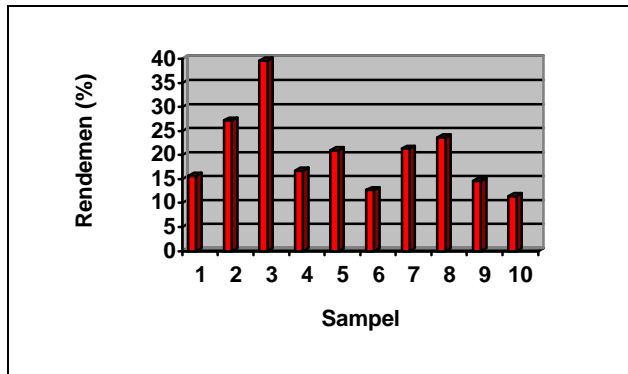
HASIL DAN PEMBAHASAN

• HASIL

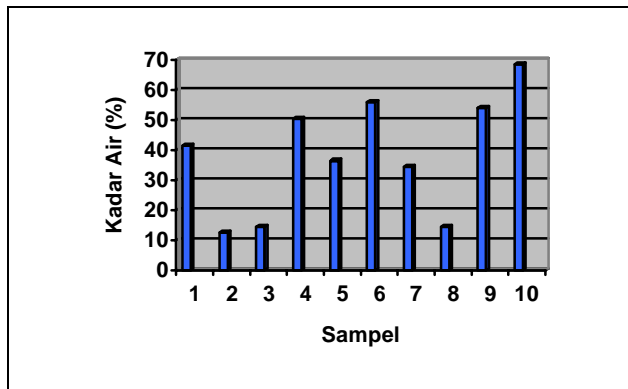
Tabel 1. Hasil Data Analisa Pembuatan Karaginan

Sampel	Rendemen (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Titik Gel (°C)	Titik Leleh (°C)
1	16,65	41,5	12,5	29	47
2	27,19	12,5	14	31,5	49
3	39,71	14,5	15,098	32	49,5
4	16,76	50,5	11,5	30	48
5	20,96	36,5	12,5	30,5	46

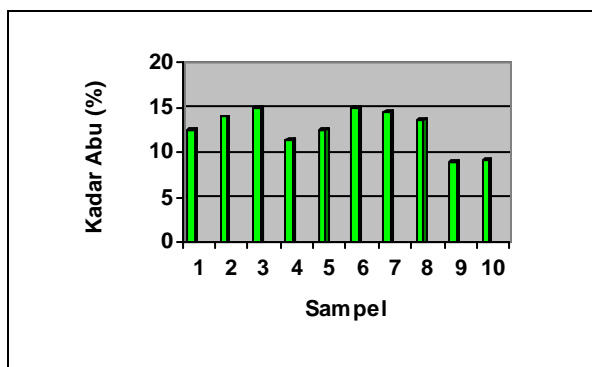
6	12,67	56	15,1	27	46
7	21,33	34,5	14,5	30	47
8	23,62	14,5	13,613	30	48
9	14,63	54	9,02	28	46,5
10	11,40	68	9,13	28	46,5



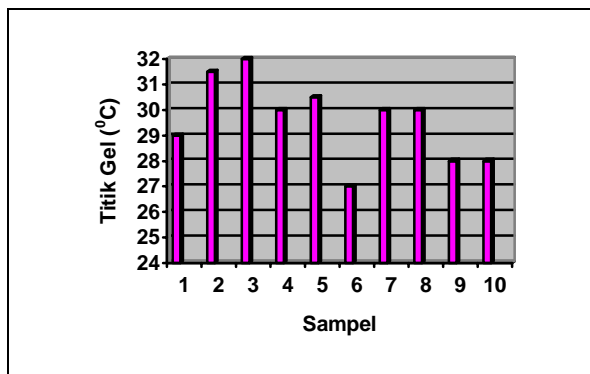
Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Jenis Pengendap terhadap Rendemen karaginan rumput laut *Eucheuma Cottoni*



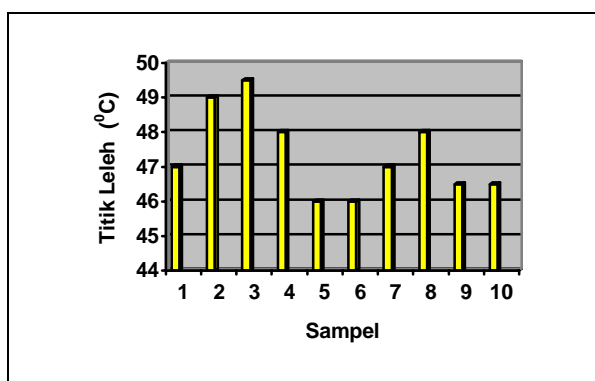
Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi NaOH, Jenis Pengendap, Penambahan pemutih(H_2O_2) terhadap Kadar Air karaginan rumput laut *Eucheuma Cottoni*



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Jenis Pengendap terhadap Kadar Abu karaginan rumput laut *Eucheuma Cottoni*



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Jenis Pengendap terhadap Titik Gel karaginan rumput laut *Eucheuma Cottoni*



Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Jenis Pengendap terhadap Titik Leleh karaginan rumput laut *Eucheuma Cottoni*

Keterangan sampel :

Rumput laut yang digunakan : 200 gr

Sampel 1= 0,3 % NaOH + H₂O₂

Sampel 2= 0,3 % NaOH + Etanol

Sampel 3= 0,3 % NaOH + Etanol + H₂O₂

Sampel 4= 0,3 % NaOH + Isopropil Alkohol

Sampel 5= 0,3 % NaOH + Isopropil Alkohol + H₂O₂

Sampel 6= 0,1 % NaOH + H₂O₂

Sampel 7= 0,1 % NaOH + Etanol

Sampel 8= 0,1 % NaOH + Etanol + H₂O₂

Sampel 9= 0,1 % NaOH + Isopropil Alkohol

Sampel 10= 0,1 % NaOH + Isopropil Alkohol + H₂O₂

Tabel 2 Standar mutu karaginan komersial , FAO (Food Agriculture Organization), FCC (Food Chemicals Codex) , dan EEC (European Economic Community)

Parameter	Karaginan Komersial	Karaginan Standar FAO	Karaginan Standar FCC	Karaginan Standar EEC
Kadar Air (%)	14,34±0,25	Maks 12	Maks 12	Maks 12
Kadar Abu (%)	18,60±0,22	15-40	18-40	15-40
Kekuatan gel (dyne/cm ²)	685,50 ± 13,43	-	-	-
Titik Leleh (°C)	50,21±1,05	-	-	-
Titik gel (°C)	34,10±1,86	-	-	-

Sumber : A/S Kobenhvas Pektifabrik (1978)

• PEMBAHASAN

❖ Pengaruh Konsentrasi NaOH, Jenis Pengendap, Penambahan pemutih (H_2O_2) terhadap Rendemen Karaginan (% berat)

Nilai rata-rata rendemen tepung karaginan yang dihasilkan berkisar antara 11,40 - 39,71 %. Rendemen tertinggi diperoleh dari sampel no.3 sebesar 39,71%, sedangkan rendemen terendah diperoleh dari sampel no.10 sebesar 11,40%. Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi persyaratan minimum rendemen karaginan yang ditetapkan oleh Departemen Perdagangan (1989), yaitu sebesar 25 %.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa rendemen karaginan mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi NaOH dan pengendap jenis Etanol. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi NaOH selama ekstraksi berlangsung menyebabkan pHnya semakin tinggi sehingga kemampuan NaOH dalam mengekstrak juga semakin besar.

Jenis pengendap juga berpengaruh terhadap rendemen karaginan yang dihasilkan, rendemen yang dihasilkan dengan pengendap jenis etanol lebih besar dibanding pengendap jenis Isopropyl Alkohol (IPA). Hal ini disebabkan karena etanol memiliki rantai carbon (C) lebih pendek (2) dibandingkan Isopropyl alkohol yang memiliki rantai C berjumlah 3, yang artinya etanol lebih baik dalam mengekstrak rumput laut *Eucheuma cottoni* dan menghasilkan rendemen yang besar.

Penambahan pemutih (H_2O_2) tidak memberikan pengaruh terhadap rendemen karaginan yang dihasilkan.

❖ Pengaruh Konsentrasi NaOH, Jenis Pengendap, Penambahan pemutih (H_2O_2) terhadap Kadar Air Karaginan (% berat)

Hasil pengukuran kadar air pada penelitian karaginan ini berkisar antara 12,5 – 68 %. Kadar air tepung karaginan yang tertinggi diperoleh dari sampel no. 10 yaitu 68 %, sedangkan terendah dari sampel no. 2 yaitu 12,5 %. Kisaran standart mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimum 12 %.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa kadar air karaginan mengalami penurunan dengan bertambahnya konsentrasi NaOH. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi NaOH selama ekstraksi berlangsung menyebabkan pHnya semakin tinggi sehingga kemampuan NaOH dalam mengekstrak rumput laut *Eucheuma Cottoni* juga semakin besar dan kadar airnya menjadi berkurang. Hal ini terbukti pada sampel 1-5 dengan konsentrasi NaOH 0,3 %, rata-rata kadar airnya lebih kecil yaitu 31,1 % dibanding sampel 6-10 dengan konsentrasi NaOH 0,1 % yaitu 45,6 %.

Kadar air mengalami penurunan dengan adanya penambahan pengendap baik menggunakan pengendap Etanol maupun Isopropyl Alkohol. Hal ini disebabkan adanya pengendap mengakibatkan serat-serat karaginan lebih banyak terbentuk dan membentuk gel, sehingga kadar air dalam karaginan menjadi berkurang.

Penggunaan pemutih memberikan pengaruh terhadap kadar air karaginan yang dihasilkan. Hal ini terbukti pada sampel 1,3,5,6,8 dan 10 yang memiliki kadar air yang cukup besar dibanding pada sampel yang tidak menggunakan pemutih yaitu pada sampel no 2,4,7, dan 9. Hal ini disebabkan pemutih yang digunakan adalah hidrogen peroksida (H_2O_2), dimana atom H dan O nya dapat membentuk senyawa H_2O yang mengakibatkan kadar airnya bertambah.

❖ Pengaruh Konsentrasi NaOH, Jenis Pengendap, Penambahan pemutih (H_2O_2) terhadap Kadar Abu Karaginan (%berat)

Kadar abu yang dihasilkan selama penelitian berkisar antara 9,02 – 15,1 %. Kadar abu terendah diperoleh dari sampel no. 9 sebesar 9,02 %, sedangkan tertinggi diperoleh dari sampel no. 6 sebesar 15,1 %. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar abu yang diperoleh memenuhi standart mutu karaginan yang ditetapkan FAO sebesar 15- 40 % dan FCC menetapkan maksimum 35 %.

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan bahwa kadar NaOH memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu yang dihasilkan dalam pembuatan karaginan. Hal ini dapat dilihat dari gambar diatas bahwa kadar abu pada sampel 1-5 dengan konsentrasi NaOH 0,3 % rata-ratanya adalah 13,1196 %, sedangkan kadar abu pada sampel 6-10 dengan konsentrasi NaOH 0,1 % rata-ratanya adalah 12,2726 %. Perlakuan dengan konsentrasi NaOH 0,3 % memberikan hasil kadar abu yang lebih besar, abu yang terbentuk berasal dari garam dan mineral yang menempel pada rumput laut yaitu Na yang terkandung pada NaOH. Kandungan garam dan mineral lain yang menempel pada rumput laut seperti Mg dan Ca.

❖ Pengaruh Konsentrasi NaOH, Jenis Pengendap, Penambahan pemutih (H_2O_2) terhadap Titik Gel dan Titik Leleh Karaginan (°C)

Dari hasil pengukuran pada penelitian ini diperoleh titik gel tertinggi pada sampel no.3 sebesar 32°C, dan terendah pada sampel no 6 sebesar 27°C. Sedangkan titik leleh tertinggi dan terendah juga diperoleh pada sampel no 3 dan no.6 masing-masing sebesar 49,5°C dan 27 °C.

Dari gambar 5 dan 6 terlihat bahwa semakin tinggi suhu titik gelnya, semakin tinggi pula titik lelehnya. Suhu titik gel dan titik leleh karaginan *Eucheuma cottoni* pada penelitian ini lebih rendah dibanding karaginan komersial. Hal ini disebabkan karena masih adanya impuritas pada saat proses penyaringan

Hal ini menyatakan bahwa konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap titik gel karaginan, hal ini disebabkan oleh semakin pekat konsentrasi NaOH, menyebabkan pHnya semakin tinggi sehingga kemampuan NaOH dengan konsentrasi 0,3 % dalam mengekstrak semakin besar, sehingga akan membantu ekstraksi polisakarida menjadi sempurna dan tingkat gelnya semakin besar .

Pengendap juga berpengaruh pada titik gel dan titik leleh karaginan. Hal ini disebabkan karena adanya pengendap membantu terbentuknya serat – serat karaginan, sehingga akan meningkatkan kekuatan gel pada karaginan yang dihasilkan.

Pemutih tidak memberikan pengaruh pada titik gel dan titik leleh karaginan.

✓ Pengujian Proksimat Karaginan

Tabel 3 Hasil Data Pengujian Proksimat Karaginan

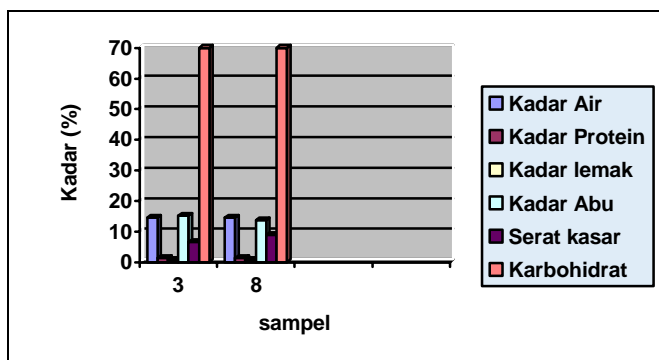
Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Serat Kasar (%)	Karbohidrat *) (%)
3	14,5	1,3385	0,657	15,098	6,6185	61,788
8	14,5	1,305	0,649	13,6125	8,9095	61,024

Catatan *) : kadar karbohidrat dihitung berdasarkan by difference [100% - (kadar air + protein + lemak + abu + serat kasar)]

Tabel 4. Standart Mutu Kandungan Proksimat Karaginan

Parameter	Karaginan Komersial	Karaginan Standar FAO	Karaginan Standar FCC	Karaginan Standar EEC
Kadar Air (%)	14,34±0,25	Maks 12	Maks 12	Maks 12
Kadar Protein (%)	2,80	-	-	-
Kadar Lemak (%)	1,78	-	-	-
Kadar Abu (%)	18,60±0,22	15-40	18-40	15-40
Serat Kasar (%)	Maks 7,02	-	-	-
Karbohidrat (%)	Maks 68,48	-	-	-

Sumber : A/S Kobenhvas Pektifabrik (1978)



Gambar 7. Kandungan kadar air, protein, lemak, abu, serat kasar dan karbohidrat dalam sampel no 3 dan 8.

✓ Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan sifat fisik karaginan yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan karaginan dalam pembentukan gel. Glicksman (1969) menyatakan bahwa salah satu sifat fisik yang penting pada karaginan adalah kekuatan untuk membentuk gel yang disebut kekuatan gel.

Hasil pengukuran kekuatan gel dari karaginan komersial sebesar 685,50 g/cm² dan berbeda cukup besar dengan karaginan hasil penelitian *Eucheuma cottoni* sebesar 632,084 dyne/cm². Kekuatan gel dari karaginan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH, suhu, dan waktu ekstraksi.

Tingginya kekuatan gel karaginan komersial disebabkan kandungan sulfatnya lebih rendah dibandingkan karaginan *Eucheuma cottoni*. Peningkatan kekuatan gel berbanding lurus dengan 3,6 anhidrogalaktosa dan berbanding terbalik dengan kandungan sulfatnya. Semakin kecil kandungan sulfatnya semakin kecil pula viskositasnya tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat. Hal lain yang menyebabkan

tingginya kekuatan gel pada karaginan komersial diduga karena kondisi bahan baku, metode ekstraksi dan bahan pengekstrak. Hasil pengujian kekuatan gel karaginan dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Data Pengujian Kekuatan Gel Karaginan

No	Sampel	BS757 Bloom (gf)
1	3	6,66272204
2	3	6,58051958
3	3	11,5620708
4	3	7,576674477

Tabel 6. Kekuatan gel tepung karaginan *Eucheuma cottoni* dan karaginan komersial

Parameter	Karaginan <i>Eucheuma cottoni</i>	Karaginan Komersial
Kekuatan gel (dyne/cm ²)	632,084	685,50 ± 13,43

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan penggunaan pengendap maka semakin besar pula rendemen, kadar abu, titik gel dan titik leleh karaginan yang dihasilkan, sedangkan penggunaan pemutih tidak berpengaruh terhadap rendemen, kadar abu, titik gel dan titik leleh. Semakin besar konsentrasi NaOH dan penggunaan pengendap, semakin kecil kadar air karaginan, sedangkan kadar air karaginan bertambah besar dengan penggunaan pemutih. Pengujian kekuatan gel diperoleh hasil yang terbaik pada perilaku konsentrasi NaOH 0,3 % dan pengendap etanol dengan penambahan pemutih (H₂O₂) yaitu sampel no. 3 berdasarkan parameter rendemen 39,71 %, kadar air 14,5 %, kadar abu 15,098 %, titik gel 32°C, titik leleh 49,5°C dan kekuatan gel 632,084 dyne/cm².

Saran

1. Pada saat penyaringan perlu diperhatikan agar filtrat yang dihasilkan murni dan bebas dari impuritas.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap kandungan logam dan sulfat pada karaginan.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Ibu Aji Prasetyaningrum, ST,MSi, selaku dosen pembimbing penelitian yang telah mengarahkan dan membimbing kami dari awal penelitian hingga selesainya makalah ini.
2. Bpk. Ir. Herry Santosa, selaku koordinator penelitian.
3. Bpk. Dr. Ir. Abdullah, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

DAFTAR PUSTAKA

<http://www.situshijau.co.id>

<http://www.wikipedia.org>

Indah Anugrah Aprilia, Tri Rakhmawati, dan Herti Utami., 2006 “*Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut Jenis Eucheuma Cottonii*”, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia hal BBTP 24-1 – BBTP24-6

Istini S, Zatinika A, Suhaimi, 1985 “*Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut* “ Seafarming Workshop Report November part II, Bandar Lampung

Kadi A., Atmadja WS, 1988, “*Rumput Laut Jenis Reproduksi, Budidaya dan Pasca Panen*, Seri Sumber Daya Alam No. 141”, Jakarta.

- Samsuari , " *Penelitian Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut Eucheuma Cottoni di Wilayah Perairan Kabupaten Jeneponto Propinsi Sulawesi Selatan* " , hal 8-11.
- Santosa Herry, 2004, " *Operasi Teknik Kimia Ekstraksi* " Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Winarno F.G., 1990, "*Teknologi Pengolahan Rumput Laut*", Edisi I, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- _____, 2005, " *Pengolahan Hasil Rumput Laut* ", Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta.
- _____, 2006, " *Produk Olahan Rumput Laut di Indonesia* ", Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta.
- _____, 2008, " *Perkembangan Industri Rumput Laut di Indonesia* ", Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta.
- _____, 2008, " *Pengolahan Rumput Laut Menjadi Karagenan* "
- _____, " *Ekstraksi Karaginan* ", Sentra Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)