



## EKSTRAKSI KARAGINAN DARI RUMPUT LAUT

Fahimah Martak<sup>1</sup>, Yatim Lailun Ni'mah<sup>2</sup>, Nur Amalia<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Departemen Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 60111, Indonesia  
martakfahimah@gmail.com

Diterima tanggal: 4 Oktober 2019

Diterbitkan tanggal: 25 November 2019

### Abstrak

Karaginan dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* berhasil diekstraksi dengan variasi konsentrasi KOH dari 6 sampai 10%, variasi suhu dari 50 sampai 70°C, dan variasi waktu dari 2 sampai 6 jam. Rekovery karaginan yang telah memenuhi standar dihasilkan dari ekstraksi dengan variasi konsentrasi KOH 8% dengan suhu 60°C serta waktu 4 jam. Hasil karaginan tersebut dikarakterisasi yang meliputi rendemen kadar air, kadar abu, viskositas, kadar sulfat, dan FTIR. Hasil rendemen kadar air pada karaginan diperoleh sebesar 10,5%, hasil tersebut berada pada range standar FAO yakni maksimal 12%. Sementara kadar abu karaginan diperoleh sebesar 36,8%, menunjukkan bahwa kadar abu karaginan telah memenuhi standar FAO yaitu maksimal 40%. Viskositas karaginan dari hasil pengujian yaitu sebesar 21 cP, dibandingkan dengan viskositas standar FAO yaitu minimal 5 cP maka karaginan yang dihasilkan telah memenuhi standar. Pada pengujian kadar sulfat karaginan diperoleh hasil sebesar 15,37%, yang menunjukkan bahwa kadar sulfat karaginan telah memenuhi standar FAO yakni minimal 15%. Demikian pula pada hasil karakterisasi menggunakan FTIR yang menunjukkan adanya ikatan S=O gugus ester sulfat pada pita serapan 1261,49 cm<sup>-1</sup>, ikatan glikosidik pada 1068,60 cm<sup>-1</sup>, ikatan C-O gugus 3,6-anhidrogalaktosa pada 931,65 cm<sup>-1</sup>, gugus fungsi galaktosa-4-sulfat 850,64 cm<sup>-1</sup>, dan gugus fungsi 3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat pada 771,55 cm<sup>-1</sup>.

**Kata Kunci:** Ekstraksi, karaginan, *Kappaphycus alvarezii*

### Abstract

*Carrageenan from Kappaphycus alvarezii seaweed was successfully extracted with KOH concentrations from 6 to 10%, temperature variations from 50 to 70°C, and time variations from 2 to 6 hours. Carrageenan recoveries that meet the standards are obtained from extraction with 8% of KOH concentration at temperature of 60°C for 4 hours. The carrageenan results were characterized by yield of water content, ash content, viscosity, sulfate content, and FTIR. The yield of water content was obtained by 10.5%, these result is in the FAO standard which is maximum 12%. While the ash content was 36.8%, it showed that the ash content meets FAO standard which is maximum 40%. The carrageenan viscosity result is 21 cP, compared to the FAO standard at least 5 cP, the carrageenan produced meets the FAO standard. The carrageenan sulfate level result is obtained by 15.37%, which shows that carrageenan sulfate levels meet the FAO standard at least 15%. Similarly, the results of characterization using FTIR showed the presence of S=O bond of ester sulfate group in absorption band 1261.49 cm<sup>-1</sup>, glycosidic bonds at 1068.60 cm<sup>-1</sup>, C-O bond of 3,6-anhydrogalactose groups at 931.65 cm<sup>-1</sup>, galactose-4-sulfate group at 850,64 cm<sup>-1</sup>, and 3,6-anhydrogalactose-2-sulfate gruoup at 771,55 cm<sup>-1</sup>.*

**Keywords:** Carrageenan, extraction, *Kappaphycus alvarezii*

### Pendahuluan

Indonesia adalah Negara yang sekitar dua per tiga wilayahnya adalah lautan, sehingga perlu sekali memanfaatkan dan mengolah sumber daya laut yang berpotensi sebagai sumber pendapatan masyarakat dan sebagai sumber devisa negara (Haris, dkk., 2013; Diharmi, dkk., 2011). Salah satu sumber daya laut yang banyak dibudidayakan di daerah pesisir Indonesia adalah rumput laut. Rumput laut memiliki posisi penting pada produksi perikanan Indonesia khususnya dalam usaha perikanan non ikan. Indonesia memiliki kurang lebih 555 jenis rumput laut atau Indonesia merupakan wilayah tropis yang memiliki sumber daya plasma nutfah rumput laut sekitar 6,42% dari total rumput laut dunia (Suparmi dan Sahri, 2009). Permintaan rumput laut terus meningkat di dalam maupun di luar negeri (Ega, dkk., 2016). Rumput laut merupakan sumber utama yang menghasilkan agar-agar, alginat dan karaginan. Indonesia merupakan negara terbesar penghasil rumput laut setelah Filipina (Parenrengi dan Sulaeman, 2007; Gereniu, dkk., 2017), namun 80% rumput laut yang diekspor masih didominasi oleh produk bahan baku kering (*raw material*) (Ambari, 2018).

Ada beberapa jenis rumput laut yang dibagi menjadi tiga kelompok yaitu *Chlorophyta*, *Phaeophyta* dan *Rhodophyta*. *Euचेuma cottonii* merupakan jenis rumput laut yang masuk dalam kelompok *Rhodophyta* yaitu jenis rumput laut atau algae yang mengandung pigmen merah (Pratiwi, 2006). *Euचेuma cottonii* atau yang biasa dikenal dengan nama *Kappaphycus alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang menghasilkan karaginan. Karaginan adalah polisakarida yang didapatkan dari ekstraksi rumput laut dari keluarga Rhodophyceae dan tersusun atas D-galaktosa; 3,6-anhidrogalaktosa yang dihubungkan oleh  $\alpha$ -1,3 dan  $\beta$ -1,4 glikosidik, mengandung 15-40% ester sulfat. Karaginan komersil ada tiga jenis yaitu kappa, iota dan lamda. Ketiga jenis karaginan tersebut didapatkan tergantung pada sumber rumput laut dan metode ekstraksi yang digunakan. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* merupakan bahan baku untuk mendapatkan kappa karaginan. Perbedaan antara kappa dan iota karaginan yaitu terletak pada proses esterifikasi dengan asam sulfat, kappa karaginan teresterifikasi dengan gugus hidroksil pada C-4 galaktosil dengan memiliki kadar sulfat 25-30%, sedangkan iota karaginan teresterifikasi dengan gugus hidroksil pada C-2 anhidrogalaktosil dengan kadar sulfat 23-35%. Kappa ( $\kappa$ -) dan iota ( $\iota$ -) adalah karaginan yang membentuk gel, sedangkan lamda ( $\lambda$ -) karaginan yang memiliki sifat sebagai agen pengental. Karaginan dimanfaatkan sebagai penstabil, pengental, pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. Karaginan banyak dimanfaatkan dalam industri khususnya makanan, farmasi, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya (Manuhara, dkk., 2016; Masthoro dan Abdiani, 2016; Wang, dkk., 2018; Rasyid, 2003).

Jenis rumput laut *Kappaphycus alvarezii* sangat banyak dibudidayakan di Indonesia. Jenis rumput laut ini biasanya dibudidayakan di perairan laut dangkal. Di Indonesia sendiri ada sekitar dua juta hektar luas laut dangkal yang dapat digunakan sebagai tempat pembudidayaan rumput laut jenis ini. Potensi *Kappaphycus alvarezii* memiliki nilai yang mencapai sekitar 34 miliar US\$ atau

setara Rp 459 triliun. Rumput laut ini biasanya diekspor dalam bentuk kering, rata-rata produksinya adalah 17 ton per hektar. Rumput laut kering dihargai sekitar 1 US\$/kg (Hamdani, 2018). Indonesia mengekspor rumput laut dalam bentuk kering yang kemudian dijadikan bahan baku untuk diolah oleh negara asing menjadi produk olahan seperti karaginan yang harga jualnya jauh lebih tinggi dari rumput laut kering.

Banyaknya daerah pesisir Indonesia yang membudidayakan *Kappaphycus alvarezii*, salah satunya adalah Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara. Kota Baubau merupakan salah satu kota yang wilayahnya merupakan wilayah pesisir, sehingga sebagian besar masyarakat memanfaatkan laut sebagai sumber pendapatannya, salah satunya dengan membudidayakan rumput laut. Sama halnya dengan daerah pesisir lain yang membudidayakan *Kappaphycus alvarezii* dan kemudian menjualnya dalam bentuk kering, daerah pesisir di Kota Baubau juga menjualnya dalam bentuk kering dengan harga sekitar 8-10 ribu rupiah. Harga tersebut merupakan harga yang sangat murah jika dibandingkan dengan harga jual rumput laut kering di daerah lain yang bisa mencapai 18 ribu per kg, hal ini menyebabkan para petani rumput laut kurang sejahtera. Kelurahan Palabusa Kota Baubau merupakan salah satu tempat pembudidayaan *Kappaphycus alvarezii* (Yasir, 2018). Rumput laut dapat diolah terlebih dahulu salah satunya menjadi karaginan, harga jualnya tentu lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat Palabusa dan devisa Negara. Kota Baubau ditunjang dengan pelabuhan yang merupakan jalur kawasan tol laut, sehingga sangat memudahkan dalam perdagangan (Yusran, 2017).

Karaginan merupakan nama generik untuk polisakarida yang merupakan hasil ekstraksi dari beberapa jenis rumput laut yang masuk dalam kelompok *Rhodophyta* salah satunya adalah *Kappaphycus alvarezii* (Bono, dkk., 2014). Karaginan memiliki nilai ekonomis yang tinggi, karaginan banyak digunakan pada industri makanan, kosmetik, obat-obatan, tekstil dan lain-lain sebagai bahan pengemulsi dan pengental. Potensi ekonomi karaginan yang tinggi dan ketersediaan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* juga sangat besar yang mana banyak dibudidayakan di perairan laut Indonesia (Widyastuti, 2010), oleh sebab itu *Kappaphycus alvarezii* perlu diolah untuk meningkatkan nilai ekonomi atau nilai jual sehingga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat.

Karaginan adalah senyawa polisakarida galaktosa, senyawa polisakarida mudah terhidrolisis dalam larutan yang bersuasana asam, namun stabil pada suasana basa (Fathmawati, dkk., 2014). Karaginan merupakan produk fotosintesis yang terjadi pada kloroplast sel *thalus* rumput laut. Kualitas karaginan yang dihasilkan oleh suatu spesies sangat tergantung pada kondisi lingkungan, yang mana terkait dengan ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan yang bervariasi dan berbeda dimasing-masing tempat atau lingkungan. Ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan di laut sangat sulit untuk dimodifikasi, sehingga kualitas karaginan dari rumput laut sangat tergantung pada ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan budidaya (Widyastuti, 2010). Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang paling banyak dibudidayakan oleh masyarakat

## Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut

kota Baubau khususnya di kelurahan Palabusa. Namun *Kappaphycus alvarezii* hanya dijual dalam bentuk kering dengan harga yang sangat murah yaitu sekitar 12.000-14.000/kg. Padahal rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* adalah sumber karaginan jenis kappa, yang mana kappa karaginan merupakan bahan penting yang banyak digunakan di industri pangan maupun non pangan, permintaan karaginan di pasar duniapun terus meningkat termasuk Indonesia. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di kelurahan Palabusa belum pernah diteliti sebelumnya. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* menjadi karaginan dan mengetahui kualitas karaginan yang didapatkan. Hasil ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dilakukan karakterisasi yang meliputi rendemen kadar air, kadar abu, viskositas, kadar sulfat, kuat gel dan hasil FTIR. Dalam studi ini dilakukan variasi konsentrasi KOH, suhu dan waktu, serta untuk mengetahui mutu karaginan yang dihasilkan dari ekstraksi tersebut. Selain itu, kondisi optimum pada proses ekstraksi kappa-karaginan dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* juga diperoleh.

### Metode Penelitian

#### ***Pembuatan Larutan KOH 6%, 8% dan 10%***

Larutan KOH 6% dibuat dengan menimbang 15,96 gram padatan KOH dengan menggunakan neraca analitik. Padatan KOH dimasukkan ke dalam gelas beaker dan dilarutkan dengan aquades, KOH yang telah larut kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml yang telah diisi sedikit aquades, selanjutnya aquades ditambahkan sampai tanda batas dan dikocok. Larutan KOH 6% yang telah dibuat kemudian dipindahkan ke dalam botol vial coklat ukuran 300 ml. Larutan KOH 8% dibuat dengan menimbang 21,74 gram padatan KOH, pembuatan larutan KOH 10% ditimbang 27,78 gram, yang kemudian tahap selanjutnya sama dengan tahapan pembuatan larutan KOH 6%.

#### ***Pembuatan Larutan KCl 2,5%***

Larutan KCl 2,5% dibuat dengan menimbang 2,56 gram serbuk KCl dengan menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan aquades di dalam gelas beker. KCl yang telah larut selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok. Larutan KCl 2,5% dipindahkan ke dalam botol vial coklat.

#### ***Prosedur Ekstraksi Karaginan***

##### ***Perebusan dengan Larutan KOH***

Rumput laut ditimbang sebanyak 5,00 gram, kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir sampai bersih. Kemudian ditiriskan. Perebusan rumput laut dengan larutan KOH dilakukan sebanyak 15 kali dengan variasi konsentrasi KOH, waktu perebusan dan suhu larutan KOH yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Volume larutan KOH yang digunakan pada perebusan rumput laut adalah 200 ml yang dimasukkan ke dalam gelas beker, rumput laut direbus dengan

menggunakan hotplate dan *magnetic stirrer*. Perebusan rumput laut variasi pertama [-1; -1; 0] yaitu rumput laut direbus dengan larutan KOH 6% pada suhu 50°C selama 4 jam, prosedur yang sama diulang dengan variasi seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Setelah dilakukan pencucian dengan KOH selanjutnya rumput laut disaring dan diambil residunya (rumput laut), kemudian rumput laut dicuci untuk menghilangkan KOH yang ditandai dengan permukaan rumput laut tidak licin.

**Tabel 1** Beberapa kondisi perebusan rumput laut dengan larutan KOH

No	T (°C)	[KOH] (%)	t (jam)
1	50	6	4
2	70	6	4
3	50	10	4
4	70	10	4
5	50	8	2
6	70	8	2
7	50	8	6
8	70	8	6
9	60	6	2
10	60	10	2
11	60	6	6
12	60	10	6
13	60	8	4
14	60	8	4
15	60	8	4

#### *Perebusan dengan Aquades*

Sebanyak 200 ml aquades dimasukkan ke dalam gelas beker 250 ml, kemudian dipanaskan di atas *hot plate* sampai mencapai suhu 75°C-80°C. Selanjutnya rumput laut yang telah bersih dan dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam aquades dan direbus selama 1 jam. Setelah perebusan rumput laut dengan aquades selesai, selanjutnya disaring dengan menggunakan *vaccum filter*. Filtrat yang dihasilkan ditampung dalam *filtering flask* dan digunakan untuk tahap selanjutnya. Setelah disaring, filtrat dimasukkan ke dalam gelas beker dan dinetralkan dengan ditambahkan 1 M HCl sampai pH 7. Selanjutnya ditambahkan 40 ml KCl 2,5% ke dalam filtrat yang telah netral, diaduk dengan spatula. Ditambahkan 25 ml etanol ke dalam filtrat yang telah ditambahkan KCl sebelumnya, diaduk dengan menggunakan spatula dan gelas beker ditutup dengan menggunakan plastik wrap, selanjutnya didiamkan selama 12 jam. Campuran didiamkan selama 12 jam, kemudian hasil ekstraksi difiltrasi dengan menggunakan kertas saring yang diletakkan pada corong yang diletakkan di kepala erlenmeyer. Residu yang ada pada kertas saring dipindahkan ke kaca arloji dan dimasukkan ke dalam oven yang bersuhu 110°C, residu dikeringkan selama kurang lebih 3 jam atau sampai mengering.

### ***Karakterisasi***

#### ***Kadar Air***

Cawan porselin dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang. Setelah itu ditimbang 2 gram karaginan dan dimasukkan ke dalam cawan porselin. Karaginan dikeringkan dalam oven 105°C selama 3 jam, setelah itu karaginan didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Karaginan dikeringkan lagi selama 1 jam dalam desikator, kemudian ditimbang dan dihitung kadar airnya (Agustin, dkk., 2017)

#### ***Kadar Abu***

Cawan yang akan digunakan dipanaskan terlebih dahulu dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghilangkan uap air dan ditimbang. Sampel ditimbang sebanyak 1,25 gram dalam cawan yang sudah dikeringkan, kemudian dibakar di dalam *furnace* bersuhu 600°C selama 6 jam. Sampel yang sudah diabukan didinginkan selama 15 menit dalam desikator dan ditimbang (Agustin, dkk., 2017).

#### ***Kadar Sulfat***

Sampel karaginan ditimbang sebanyak 1,50 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 50 ml larutan HCl 1 N, erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil. Campuran dididihkan selama 30 menit. Kemudian ditambahkan 10 ml larutan BaCl<sub>2</sub> 0,25 M dengan cara diteteskan sedikit demi sedikit sambil dididihkan selama 5 menit. Larutan didinginkan selama 5 jam pada suhu ruang, endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring (*Whatsman* No.42). Endapan dicuci dengan aquades. Sampel dibakar dalam alat tanur pada suhu 700°C selama 1 jam. Berat abu putih merupakan berat BaSO<sub>4</sub> (Agustin dkk., 2017).

#### ***Viskositas***

Larutan karaginan 1,5% dipanaskan dalam bak air mendidih sambil diaduk secara teratur hingga suhunya mencapai 75°C. Larutan karaginan diukur dengan *viscometer* ketika suhunya mencapai 75°C. Pembacaan dilakukan setelah satu menit putaran penuh untuk spindle no.02. Viskositas yang terukur memiliki satuan poise (Maghfiroh, 2016).

#### ***FTIR***

Kappa karaginan murni dianalisis gugus fungsinya dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Bruker Tensor 37. Sampel sebanyak 0,02 g atau secukupnya dicampurkan dengan KBr dan ditekan hingga berbentuk film tipis. Spektrum dilakukan pada rentang 4000-500 cm<sup>-1</sup> dengan empat pemindaian pada resolusi 4 cm<sup>-1</sup> (Siregar dkk., 2016).

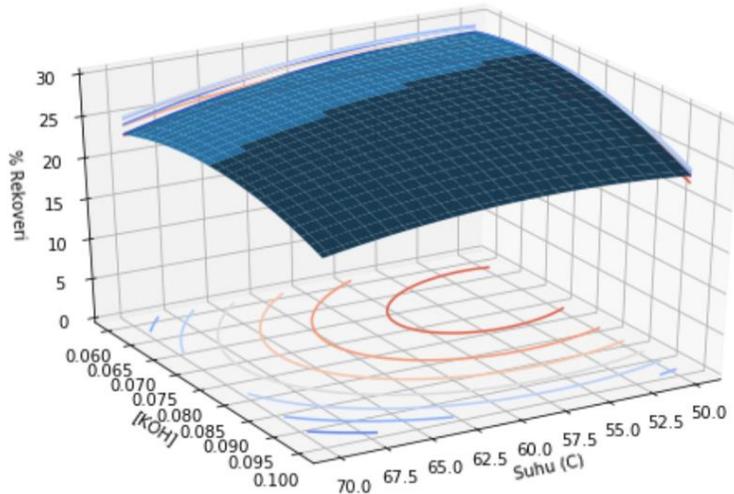
***Hasil Penelitian dan Pembahasan***

*Rendemen Karaginan Rumput Laut Kappaphycus alvarezii*

Keefektifan dan keefisienan suatu proses ekstraksi dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan (Arfini, 2011). Analisis rendemen dilakukan untuk mengetahui persentasi karaginan terbesar yang dihasilkan dari proses ekstraksi yang dipengaruhi oleh 3 faktor keadaan yaitu konsentrasi larutan KOH, suhu larutan KOH dan waktu perebusan dengan larutan KOH seperti yang terlihat pada Tabel 1 yaitu 3 faktor keadaan proses ekstraksi menghasilkan 15 kali ekstraksi dengan variasi 3 faktor seperti yang terlihat pada Tabel 4.2. Rendemen karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 9,8%-29,4%. Keadaan optimum yang dapat menghasilkan persentasi karaginan terbesar didapatkan dengan membuat grafik desain kuadratik dengan menggunakan persamaan 2.5.

Grafik pada Gambar 4.1 yang mana sumbu y merupakan % rekoverti, sumbu x adalah konsentrasi KOH dan sumbu z adalah suhu perebusan dengan larutan KOH. Berdasarkan grafik terlihat bahwa % rekoverti optimum dari hasil ekstraksi karaginan berada pada daerah yang bergaris merah yaitu berada pada range konsentrasi 6,5%-8,0% dan range suhu 50°C-60°C. Pada Gambar 4.2 sumbu x merupakan waktu sedangkan sumbu y dan z tetap yaitu rekoverti dan konsentrasi. Terlihat bahwa pada Gambar 4.2 rekoverti optimum berada pada daerah dengan garis berwarna merah. Grafik pada Gambar 4.2 menunjukkan hubungan rendemen karaginan yang dihasilkan berdasarkan waktu perebusan dan suhu larutan, Semakin tinggi suhu larutan maka waktu yang digunakan semakin pendek. Pada penelitian ini ada 3 variasi waktu yang dilakukan yaitu 2, 4 dan 6 jam, grafik menunjukkan untuk mendapatkan % rekoverti yang optimum ketika menggunakan suhu 70°C maka lamanya waktu perebusan yaitu 3 jam atau 2 jam, waktu perebusan selama 4 jam membutuhkan suhu tidak lebih dari 65°C, sedangkan waktu perebusan selama 6 jam membutuhkan suhu 50°C. Gambar 4.3 terlihat grafik tiga dimensi, sumbu x merupakan waktu, sumbu y adalah % rekoverti dan sumbu z adalah konsentrasi. Pada grafik ini terlihat keadaan % rekoverti optimum berdasarkan variasi waktu dan konsentrasi. Daerah merah merupakan daerah optimum, % rekoverti karaginan optimum berada pada keadaan range waktu 3,5 jam-4,5 jam dan range konsentrasi 0,65%-0,85%.

## Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut



**Gambar 1** Gambar grafik kuadrat % rekoveri karaginan yang dipengaruhi oleh konsentrasi dan suhu

**Tabel 2** Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi karaginan dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii*

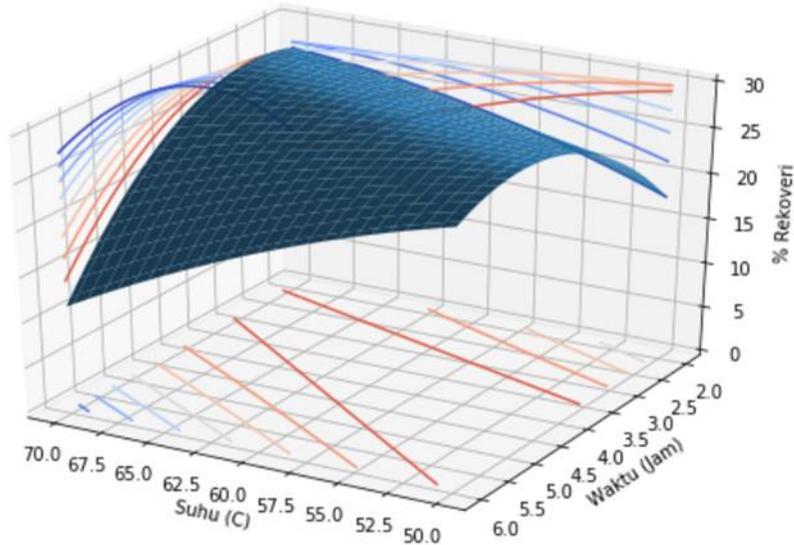
	-1	0	+1
[KOH] (%)	6	8	10
Waktu (jam)	2	4	6
Suhu (°C)	50	60	70

**Tabel 3** Rendemen hasil karaginan dengan 15 kali proses ekstraksi yang memvariasikan 3 faktor keadaan.

No	Variasi	T (°C)	[KOH] (%)	t (jam)	% rekoveri
1	[-1; -1; 0]	50	6	4	25,6
2	[1; -1; 0]	70	6	4	19,6
3	[-1; 1; 0]	50	10	4	27,4
4	[1; 1; 0]	70	10	4	25
5	[-1; 0; -1]	50	8	2	19,4
6	[1; 0; -1]	70	8	2	29,4
7	[-1; 0; 1]	50	8	6	25,6
8	[1; 0; 1]	70	8	6	9,8
9	[0; -1; -1]	60	6	2	23,6
10	[0; 1; -1]	60	10	2	15
11	[0; -1; 1]	60	6	6	25,8
12	[0; 1; 1]	60	10	6	15,2
13	[0; 0; 0]	60	8	4	28
14	[0; 0; 0]	60	8	4	29
15	[0; 0; 0]	60	8	4	28,6

Ketiga grafik tiga dimensi yang dihasilkan menunjukkan rekovery optimum karaginan berdasarkan 3 faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi yaitu suhu larutan KOH, konsentrasi larutan KOH dan waktu perebusan dengan KOH. Ketiga faktor tersebut divariasikan sehingga pada penelitian ini dilakukan 15 kali ekstraksi dengan keadaan yang berbeda. Didapatkan hasil dari 15 variasi dengan 3 faktor yang mempengaruhi proses perebusan menggunakan larutan KOH untuk menghasilkan rekovery karaginan yang optimum adalah variasi [0; 0; 0] yaitu suhu perebusan 60°C, konsentrasi larutan KOH 8% dan waktu perebusan selama 4 jam. Hasil rekovery karaginan yang terbesar pada penelitian ini adalah 29,4% dengan menggunakan suhu larutan 70°C, konsentrasi KOH 8% dan waktu perebusan selama 2 jam, namun di Gambar 1 suhu 70°C tidak masuk range suhu optimum. Hasil rekovery yang terendah adalah 9,8% berada pada keadaan perebusan dengan suhu 70°C, Konsentrasi KOH 8% dan waktu perebusan selama 6 jam, hal tersebut dapat dijelaskan oleh grafik pada Gambar 4.2 yaitu rekovery karaginan yang besar dapat dihasilkan ketika suhu perebusan tinggi dan lama perebusan pendek, sedangkan pada Gambar 3 lama waktu perebusan 6 jam tidak masuk dalam range waktu optimum.

Pengaruh konsentrasi KOH terhadap persen rekovery karaginan yang dihasilkan telah diteliti sebelumnya. Semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin tinggi rekovery karaginan yang dihasilkan (Ega, dkk., 2016). Namun, pada penelitian ini memperlihatkan bahwa rekovery karaginan yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi KOH. Pada variasi [-1; -1; 0] dan [-1; +1; 0] terlihat bahwa suhu dan waktu perebusan keduanya sama namun konsentrasi KOH yang digunakan berbeda yaitu 6% dan 10%, didapatkan rekovery karaginan pada variasi [-1; +1; 0] lebih besar dari [-1; -1; 0]. Namun, pada variasi [0; -1; -1] dan [0; +1; -1] yang mana keduanya menggunakan suhu dan waktu perebusan yang sama namun konsentrasi larutan KOH yang digunakan berbeda yaitu 6% dan 10%, didapatkan rekovery karaginan dengan konsentrasi 6% lebih besar dari pada konsentrasi 10%. Sehingga dapat diketahui bahwa besarnya rekovery karaginan yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi KOH saja.

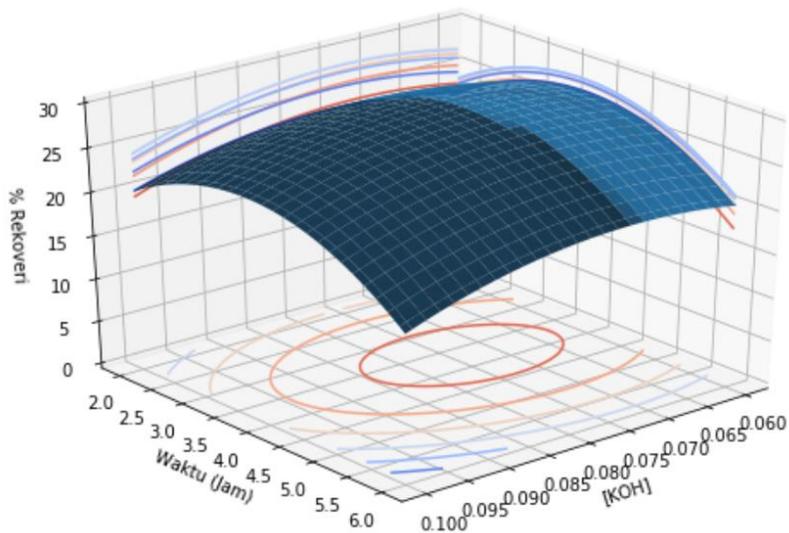


**Gambar 2** Gambar grafik kuadrat % rekoveri karaginan yang dipengaruhi oleh waktu dan suhu

Konsentrasi KOH mempengaruhi nilai rekoveri karaginan. Konsentrasi KOH yang tinggi pada proses alkalisasi menyebabkan pH meningkat sehingga meningkatkan kemampuan KOH untuk mengekstrak rumput laut. Penggunaan alkali dapat membantu ekstraksi polisakarida dan membantu terbentuknya 3,6-anhidrogalaktosa karena terjadi transeliminasi gugusan 6-sulfat (Ega, dkk., 2016). Suhu larutan juga ikut berperan penting pada proses ekstraksi untuk mendapatkan rekoveri karaginan yang besar. Besarnya suhu yang digunakan dalam suatu reaksi akan mempengaruhi konstanta laju reaksi pembentukan karaginan, semakin tinggi suhu maka konstanta laju reaksi semakin besar. Tingginya konstanta laju suatu reaksi maka partikel-partikel yang bereaksi akan semakin bergerak cepat menyebabkan frekuensi tabrakan antar partikel semakin besar. Waktu yang digunakan untuk proses ekstraksi juga mempengaruhi rekoveri karaginan, jika suhu dan waktu yang digunakan untuk proses ekstraksi tepat maka rendemen yang didapatkan akan tinggi (Fathmawati, dkk., 2014). Pada penelitian ini sudah dapat dilihat pengaruh dari ketiga faktor tersebut dan dari ketiga gambar grafik dapat diketahui keadaan optimum untuk mendapatkan rendemen karaginan yang besar.

Rekoveri karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan rekoveri karaginan pada penelitian yang dilakukan oleh Ega, dkk. pada tahun 2016 yaitu sebesar 34,43%-45,26%, hal ini bisa disebabkan oleh pengaruh proses pengendapan yang berbeda. Proses pengendapan pada penelitian yang mereka lakukan tidak menggunakan KCl, namun hanya menggunakan isopropil sebagai agen pengendap. Pada penelitian ini, proses pengendapan karaginan menggunakan etanol dan KCl. Rekoveri dapat meningkat dengan penambahan KCl dalam proses pengendapan, hal tersebut disebabkan karena karaginan yang dihasilkan dari *Kappaphycus alvarezii* sensitif terhadap ion  $K^+$ ,

ketika bereaksi dengan ion kalium dapat mengoptimalkan pembentukan karaginan sehingga rekoveri dapat meningkat. Namun, rekoveri karaginan dapat menurun ketika diekstraksi dengan KOH dan ditambahkan KCl dengan konsentrasi yang tinggi pada proses pengendapannya. Ketidakseimbangan antara pelarut dan bahan yang diekstrak menyebabkan proses ekstraksi tidak optimal. Penyebabnya adalah anion telah jenuh berikatan karena penambahan KCl yang semakin banyak, sehingga akan semakin banyak ion kalium yang tidak berikatan dengan polimer karaginan, maka rendemen yang dihasilkan akan menurun (Ningsih, 2016). Rendemen karaginan pada penelitian ini telah memenuhi standar mutu yaitu tidak kurang dari 25% (Ega, dkk., 2016).



**Gambar 3** Gambar grafik kuadrat % rekoveri karaginan yang dipengaruhi oleh waktu dan konsentrasi KOH.

Faktor yang juga dapat mempengaruhi rendemen karaginan yang dihasilkan diantaranya dipengaruhi oleh lingkungan tempat budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Pengaruh lingkungan tersebut antara lain arus perairan dan kecerahan tempat budidaya, semakin kuat arus maka semakin banyak nutrisi yang didapatkan oleh rumput laut sehingga melancarkan metabolisme yang akan mendukung pertumbuhan rumput laut. Kecerahan berpengaruh pada proses fotosintesis rumput laut, sehingga kecerahan perairan tempat budidaya dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi hasil rendemen karaginan (Supriyantini, dkk., 2017). Penelitian ini, rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang digunakan dibudidayakan di Kelurahan Palabusa, Kota Baubau. Rekoveri karaginan berdasarkan baku mutu adalah min 25%, maka rekoveri karaginan yang telah memenuhi baku mutu yaitu yang dihasilkan dari variasi [-1; -1; 0], [-1; 1; 0], [1; 1; 0], [1; 0; -1], [-1; 0; 1], [0; -1; 1] dan [0; 0; 0]. Karaginan hasil dari variasi [0; 0; 0]

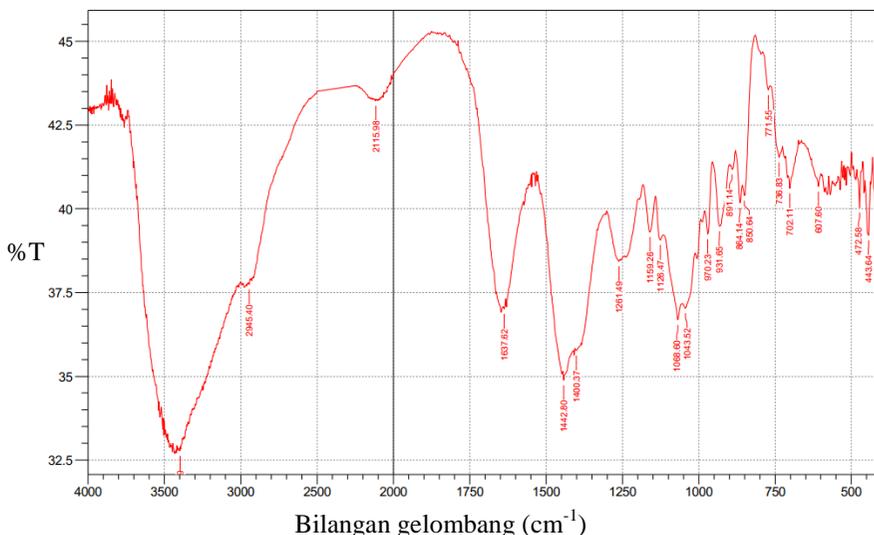
selanjutnya akan dikarakterisasi untuk mengetahui kualitas karaginan yang dihasilkan.

### *Karakterisasi Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii**

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui kualitas karaginan yang dihasilkan dari ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan oleh masyarakat di kelurahan Palabusa kota Baubau. Di Indonesia sendiri belum ada standar mutu yang ditetapkan untuk karaginan komersil, namun secara internasional telah ditetapkan beberapa spesifikasi mutu karaginan yang dapat menjadi acuan sebuah industri terhadap kualitas dan kuantitas hasil ekstraksi rumput laut. Standar mutu karaginan yang banyak digunakan sebagai acuan adalah standar yang dikeluarkan oleh *Food Agriculture Organization* (FAO).

### *Hasil FTIR Karaginan*

Analisis dengan FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang berada pada sampel karaginan yang diekstrak dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil budidaya di kelurahan Palabusa kota Baubau (Fardhyanti dan Julianur, 2015). Analisis dengan FTIR juga untuk mengetahui jenis karaginan yang dihasilkan. Data pita serapan yang digunakan untuk mengidentifikasi karaginan adalah data pita serapan dari FAO yaitu berada pada Tabel 2.5 dan pita serapan standar dan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.3. Hasil spektra FTIR pada Gambar 4.4 yang merupakan hasil karakterisasi FTIR karaginan variasi [0; 0; 0] menunjukkan adanya ikatan S=O pada pita serapan  $1261,49\text{ cm}^{-1}$  sehingga pada sampel memiliki gugus ester sulfat, adanya ikatan glikosidik pada pita serapan  $1068,60\text{ cm}^{-1}$ , adanya ikatan C-O pada pita serapan  $931,65\text{ cm}^{-1}$  pada sampel memiliki gugus 3,6-anhidrogalaktosa, pada spektrum juga mengidentifikasi adanya gugus fungsi galaktosa-4-sulfat pada pita serapan  $850,64\text{ cm}^{-1}$  yang menandakan karaginan hasil ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada penelitian ini adalah karaginan jenis kappa, juga diidentifikasi adanya gugus fungsi 3,6-anhidrogalaktosa-2-sulfat pada pita serapan  $771,55\text{ cm}^{-1}$ . Hasil FTIR menunjukkan bahwa karaginan hasil penelitian ini sudah memenuhi standar spesifikasi karena gugus fungsi pada spektrum karaginan sampel yang dihasilkan sama dengan spektrum karaginan standar FAO.



**Gambar 4** Hasil FTIR kappa karaginan

**Tabel 4** Perbandingan bilangan gelombang dan absorbansi antara standar dan hasil penelitian kappa karaginan.

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Absorbansi	
	Standar	Hasil Penelitian	Standar	Hasil Penelitian
-S=O	1220-1260	1261,49	0,3-1,4	0,42
C-O	928-933	931,65	0,2-0,7	0,40
Galaktosa-4-sulfat	840-850	850,64	0,2-0,5	0,39
Galaktosa-2-sulfat	825-830	-	-	-
Galaktosa-6-sulfat	810-820	-	-	-
3,6-anhidro galaktosa-2-sulfat	800-805	771,55	0-0,2	0,2

### Kadar Air Karaginan

Kadar air adalah jumlah kandungan air yang terkandung didalam suatu bahan. Kadar air pada bahan pangan sangat mempengaruhi mutu dan keawetan karena air mempengaruhi tekstur, penampakan, citarasa dan ketahanan. Air merupakan suatu media yang dapat dijadikan tempat pertumbuhan bakteri pembusuk dan mikroorganisme lainnya (Nasruddin, dkk., 2016).

## Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut

Pada penelitian ini kadar air pada karaginan hasil dari variasi [0; 0; 0] yaitu dengan perlakuan konsentrasi KOH 8%, suhu 60°C dan waktu perebusan 4 jam adalah sebesar 10,5%. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, jika dibandingkan dengan standar mutu kadar air karaginan menurut FAO yaitu maksimal 12 % maka telah memenuhi standar. Kadar air pada karaginan dipengaruhi oleh konsentrasi alkali, ekstraksi dengan konsentrasi KOH yang besar maka akan menghambat terbentuknya molekul air. Suasana basa dari larutan KOH menyebabkan terhambatnya peningkatan air dalam karaginan. Penambahan KCl pada proses pengendapan juga mempengaruhi kadar air pada karaginan. KCl adalah garam klorida yang sifatnya higroskopis sehingga dapat mengikat air. Faktor lain yang mempengaruhi kadar air pada karaginan yaitu disebabkan oleh sifat hidrofilik rumput laut dimana tingginya kadar air pada rumput laut maka kadar air pada karaginanpun tinggi, sistem pengeringan karaginan, adanya ion pada karaginan yang bersifat higroskopis (Romenda, dkk., 2013).

### *Kadar Abu Karaginan*

Kadar abu karaginan hasil dari ekstraksi dengan variasi [0; 0; 0] pada penelitian ini adalah 36,8%. Jika dibandingkan dengan kadar abu yang ditetapkan oleh FAO yaitu maksimal 40% maka pada penelitian ini kadar abu karaginan masuk dalam range standar FAO. Kadar abu adalah campuran dari zat anorganik atau mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan. Kadar abu dipengaruhi oleh banyaknya kandungan mineral dan tinggi atau rendahnya salinitas perairan tempat pembudidayaan rumput laut (Supriyantini, dkk., 2017). Kadar abu menunjukkan besarnya kandungan mineral pada karaginan yang tidak terbakar. Kadar abu memiliki kaitan dengan kadar sulfat, pada saat proses pengabuan beberapa sulfat menguap sedangkan sulfat yang tidak menguap akan menjadi mineral atau oksida (Romenda, dkk., 2013). Konsentrasi KOH yang tinggi juga dapat meningkatkan kadar abu, hal tersebut disebabkan karena banyaknya jumlah kation  $K^+$  yang bereaksi dengan karaginan. Kadar abu karaginan dipengaruhi oleh garam dan mineral yang menempel pada rumput laut seperti diantaranya K, Mg, Ca, ammonium galaktosa dan Na (Ega, dkk., 2016).

### *Kadar Sulfat Karaginan*

Kadar sulfat karaginan hasil dari ekstraksi dengan variasi [0; 0; 0] pada penelitian ini adalah 15,37%, jika dibandingkan dengan kadar sulfat yang telah ditetapkan oleh FAO yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 maka telah memenuhi standar. Kadar sulfat pada penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan kadar sulfat hasil penelitian yang dilakukan oleh Supriyantini, dkk (2017) yaitu kadar sulfat karaginan dari rumput laut yang diambil di Pantai Kartini sebesar 10,07%  $\pm$  0,67% dan dari pantai Kemojan sebesar 10,22  $\pm$  1,45%, keduanya berada dibawah standar mutu.

Gugus sulfat sangat berkaitan dengan viskositas, tingginya kadar sulfat maka akan meningkatkan viskositas larutan karagenan. Hal tersebut terjadi karena semakin

## **F Martak, Y L Ni'mah, N Amalia**

tinggi kadar sulfat maka gaya tolak-menolak antar ester sulfat (muatan negatif) pada sepanjang rantai polimer menjadi kaku dan molekul air terikat pada molekul karaginan. Kadar sulfat yang tinggi mengakibatkan terputusnya ikatan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang mana ikatan 3,6-anhidro-D-galaktosa menyebabkan sifat beraturan dalam polimer dan membentuk *double helix* yang membuat larutan berbentuk gel. Tingginya kadar sulfat menyebabkan polimer berbentuk sol (Supriyantini, dkk., 2017; Siregar, dkk., 2016).

### *Viskositas Karaginan*

Uji viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan larutan karaginan pada suhu dan konsentrasi tertentu. Viskositas merupakan daya aliran molekul dalam sistem larutan. Viskositas adalah faktor mutu yang penting untuk produk cair dan semi cair atau produk murni. Viskositas karaginan dipengaruhi oleh konsentrasi alkali, tingginya konsentrasi KOH menyebabkan garam-garam yang terkandung dalam rumput laut menjadi larut dan menyebabkan meningkatnya viskositas. Sedangkan garam-garam yang larut dalam karaginan akan menjadi pengotor dan dapat menurunkan muatan bersih sepanjang rantai polimer. Penurunan muatan tersebut menyebabkan terjadinya penurunan gaya tolakan antar gugus-gugus sulfat dan menyebabkan sifat hidrofilik polimer semakin melemah, sehingga viskositas menurun (Romenda, dkk., 2013; Supriyantini, dkk., 2017).

Viskositas pada larutan karaginan disebabkan oleh sifat karaginan sebagai polielektrolit. Gaya tolakan antar gugus sulfat (muatan negatif) sepanjang rantai polimer mengakibatkan rantai molekul kaku, sifat hidrofilik polimer menyebabkan dikelilingi molekul-molekul air yang termobilisasi sehingga larutan karaginan bersifat kental (Romenda, dkk., 2013). Pada penelitian ini hasil viskositas larutan karaginan adalah 21 cP, jika dibandingkan dengan viskositas standar FAO yaitu minimal viskositas larutan karaginan 5 cP maka karaginan yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi baku mutu.

## **Kesimpulan dan Saran**

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* adalah pada variasi [0; 0; 0] yaitu menggunakan konsentrasi KOH 8%, suhu 60°C dan lama perebusan 4 jam. Kualitas karaginan yang didapatkan dari hasil ekstraksi *Kappaphycus alvarezii* yang diambil dari Kelurahan Palabusa Kota Baubau yaitu rendemen 28%-29%, kadar air 10,5%, kadar abu 36,8%, kadar sulfat 15,37% dan viskositas 21 cP. Berdasarkan hasil analisis dengan FTIR didapatkan jenis karaginan yaitu jenis kappa. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan aplikasi karaginan untuk produk kosmetik, makanan, obat-obatan dll.

### Daftar Pustaka

- Agustin, A., Saputri, A. I. dan Harianingsih. (2017). Optimasi Pembuatan Karagenan dari Rumput Laut Aplikasinya untuk Perenyah Biskuit, *Inovasi Teknik Kimia*, **2**(2): 42-47.
- Arfini, F., (2011). *Optimasi Proses Ekstraksi Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut Merah (Eucheuma cottonii) Serta Aplikasinya sebagai Penstabil pada Sirup Markisa*. Skripsi, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bono, A., Anisuzzaman, S. M. dan Ding, O. W., (2014). Effect of Process Conditions on the Gel Viscosity and Gel Strength of Semi-refined Carrageenan (SRC) Produced from Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*). *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, **26**: 3-9.
- Bunga, S. M., Montolalu, R. I., Harikedua, J. W., Montolalu, L. A., Watung, A. H. dan Taher, N., (2013). Karakteristik Sifat Fisika Kimia Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* pada Berbagai Umur Panen yang Diambil dari Daerah Perairan Desa Arakan Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, **1**(2): 54-58.
- Dewi, E. N., Ibrahim, R. dan Suharto, S., (2015). Morphological Structure Characteristic and Quality of Semmi Refined Carrageenan Processed by Different Drying Methods. *Procedia Enviromental Sciences*, **23**: 116-122.
- Diharmi, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N. dan Heruwati, E. S., (2011). Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Eucheuma spinosum* (Alga merah) dari Perairan Semenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, **16**(1): 117-124.
- Ega, L., Lopulalan, C. G. C. dan Meiyasa, F., (2016). Kajian Mutu Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, **5**(2): 38-44.
- Esse, I., (2018). *Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tabu sebagai Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF)*. Skripsi, Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Fathmawati, D., Abidin, M. R. P. dan Roesyadi, A., (2014). Studi Kinetika Pembentukan Karaginan dari Rumput Laut. *Jurnal Teknik POMITS*, **3**(1): 27-32.
- Fatimah, S., (2012). *Aplikasi Teknologi Ohmic dalam Ekstraksi Karaginan Murni (Refined Carrageenan) dari Rumput Laut Eucheuma cottonii*. Skripsi, Makassar: Universitas Hasanuddin.

- Fardhyanti, D. S. dan Julianur, S. S., (2015). Karakterisasi *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan dari Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, **4**(2): 68-73.
- Food Agriculture Organization (FAO). (2007). *Compendium of Food Additive Specification*. FAO Jecfa Monographs. United Nations. 10 pp.
- Gereniu, C. R. N., Saravana, P. S., Getachew, A. T. dan Chun, B. S., (2017). Characteristics of Functional Materials Recovered from Solomon Island Red Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) Using Pressurized Hot Water Extraction. *J Appl Phycol*.
- Hamdani, T., (2018). *Potensi Rumput Laut Indonesia Capai Rp 459 T*, <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-3998044/potensi-rumput-laut-indonesia-capai-rp-459-t> (Diakses Tanggal 7 November 2019).
- Haris, R., Santosa, G. W. dan Ridlo, A., (2013). Pengaruh Perendaman Air Kapur Terhadap Kadar Sulfat dan Kekuatan Gel Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Journal Of Marine Research*, **2**(2): 1-10.
- Kristianingrum, S., (2016). *Handout Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Lestari, H., (2017). *Optimasi Ekstraksi Rumput Laut (Euचेuma cottonii) untuk Menghasilkan Karagenan Murni dengan Metode Respon Permukaan*. Skripsi, Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Maghfiroh, Y., (2016). *Pengaruh Penggunaan Isopropanol dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Nilai Rendemen Karagenan yang Diekstrak dari Rumput Laut Halymenia durvillei*. Skripsi, Surabaya: Universitas Airlangga.
- Masthora, S. dan Abdiani, I. M., (2016). Studi Kandungan Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus sp.* pada Umum Panen yang Berbeda. *Jurnal Harpodon Borneo*, **9**(1): 78-85.
- Nasruddin, Asikin, A. N. dan Kusumaningrum, I., 2016, "Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Karakteristik Karagenan dari *Kappaphycus alvarezii*", *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, **21**(2): 55-63.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2013). *Response Surface Designs*, <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section3/pri336.htm> (Diakses tanggal 7 November 2019).

## Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut

- Ningsih, F. L., (2014). *Jenis dan Konsentrasi Alkali dengan Presipitasi KCl yang Berbeda Terhadap Mutu Karaginan dari Rumput Laut Kappaphycus alvarezii Asal Pulo Panjang Serang Banten*. Skripsi, Serang: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Parenrengi, A. dan Sulaeman, (2007). Mengenal Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Media Akuakultur*, **2**(1): 142-146.
- Peranginangin, R., Sinurat, E. dan Darmawan, M., (2013). *Memproduksi Karaginan dari Rumput Laut*. Cibubur: Penebar Swadaya.
- Pratiwi, R., (2006). Biota Laut: I. Bagaimana Mengenal Biota Laut?. *Oseana*, **31**(1): 27-38.
- Rahmayanti, D., (2019). *Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Etanol Kulit Buah Citrus reticulata Terhadap Propionibacterium acnes dengan Menggunakan Metode Difusi Cakram*. Skripsi, Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rasyid, A., (2003). *Beberapa Catatan Tentang Karaginan*. *Oseana*, **28**(4): 1-6.
- Rifansyah, A., (2016). *Isolasi dan Karakterisasi Karaginan dari Alga Merah Eucheuma cottonii dengan Metode Pengendapan Garam Alkali*. Skripsi, Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Romenda, A. P., Pramesti, R. dan Susanto AB, (2013). Pengaruh Perbedaan Jenis dan Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Kekuatan Gel dan Viskositas Karaginan *Kappaphycus alvarezii*, Doty. *Journal Of Marine Research*, **2**(1): 127-133.
- Siregar, R. F., Santoso, J. dan Uju, (2016). Karakterisasi Fisiko Kimia Kappa Karaginan Hasil Degradasi Menggunakan Hidrogen Peroksida. *JPHPI*. **19**(3): 256-266.
- Suparmi dan Sahri, A., (2009). Mengenal Potensi Rumput Laut: Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Majalah Ilmiah Sultan Agung*, **44**(118): 95-116.
- Supriyantini, E., Santosa, G. W. dan Dermawan, A., (2017) Kualitas Ekstrak Karaginan dari Rumput Laut "*Kappaphycus alvarezii*" Hasil Budidaya di Perairan Pantai Kartini dan Pulau Kemojan Karimunjawa Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, **6**(2): 88-93.
- Wang, Y., Yuan, C., Cui, B. dan Liu, Y., (2018). Influence of Cations on Texture, Compressive Elastic Modulus, Sol-Gel Transition and Freeze-Thaw Properties of Kappa-Carrageenan Gel. *Carbohydrate Polymers*.

- Widyastuti, S., (2010). Sifat Fisik dan Kimiawi Karagenan yang Diekstrak dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *E. spinosum* pada Umur Panen yang Berbeda. *Agroteksos*. **20**(1): 41-50.
- Yasir, M., (2018). *AHY Prihatin Harga Rumput Laut di Baubau Jatuh*, <https://inilahsultra.com/2018/05/04/ahy-prihatin-harga-rumput-laut-di-baubau-jatuh/> (Diakses tanggal 7 November 2019).
- Yusran, (2017). *Kapal Tol Laut Sandar di Pelabuhan Baubau*, <https://sultra.antaranews.com/berita/288782/kapal-tol-laut-sandar-di-pelabuhan-baubau> (Diakses tanggal 14 Februari 2019).