

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi *Eucheuma cottonii*

Menurut Doty (1985), *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karaginan. Maka jenis ini secara taksonomi disebut *Kappaphycus alvarezii* (Doty 1986). Nama daerah '*cottonii*' umumnya lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia perdagangan nasional maupun internasional. Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut Doty (1985) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Rhodophyta

Kelas : Rhodophyceae

Ordo : Gigartinales

Famili : Solieracea

Genus : *Eucheuma*

Species : *Eucheuma alvarezii* Doty

Kappaphycus alvarezii (doty) Doty

Ciri fisik *Eucheuma cottonii* adalah mempunyai thallus silindris, permukaan licin, cartilogeneus. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Aslan 1998). Penampakan thalli bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari (Atmadja 1996).

Umumnya *Eucheuma cottonii* tumbuh dengan baik di daerah pantai terumbu (reef). Habitat khususnya adalah daerah yang memperoleh aliran air laut

yang tetap, variasi suhu harian yang kecil dan substrat batu karang mati (Aslan 1998).

Beberapa jenis *Eucheuma* mempunyai peranan penting dalam dunia perdagangan internasional sebagai penghasil ekstrak karaginan. Kadar karaginan dalam setiap spesies *Eucheuma* berkisar antara 54 – 73 % tergantung pada jenis dan lokasi tempat tumbuhnya. Jenis ini asal mulanya didapat dari perairan Sabah (Malaysia) dan Kepulauan Sulu (Filipina). Selanjutnya dikembangkan ke berbagai negara sebagai tanaman budidaya. Lokasi budidaya rumput laut jenis ini di Indonesia antara lain Lombok, Sumba, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Lampung, Kepulauan Seribu, dan Perairan Pelabuhan Ratu (Atmadja 1996).

2.2 Karaginan

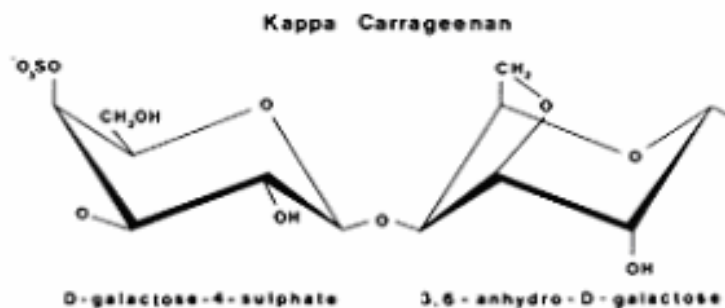
Karaginan merupakan senyawa hidrokolloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidro galaktosa kopolimer. Karaginan adalah suatu bentuk polisakarida linear dengan berat molekul di atas 100 kDa (Winarno 1996 ; WHO 1999). Karaginan tersusun dari perulangan unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidro galaktosa (3,6-AG). Keduanya baik yang berikatan dengan sulfat atau tidak, dihubungkan dengan ikatan glikosidik α -1,3 dan β -1,4 secara bergantian (FMC Corp 1977).

Menurut Hellebust dan Cragie (1978), karaginan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya dan karaginan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut dibandingkan dengan komponen yang lain. Jumlah dan posisi sulfat membedakan macam-macam polisakarida Rhodophyceae, seperti yang tercantum dalam Federal Register, polisakarida tersebut harus mengandung 20 % sulfat berdasarkan berat kering untuk diklasifikasikan sebagai karaginan. Berat molekul karaginan tersebut cukup tinggi yaitu berkisar 100 - 800 ribu (deMan 1989).

Karaginan merupakan getah rumput laut yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut merah dengan menggunakan air panas (*hot water*) atau larutan alkali pada temperatur tinggi (Glicksman 1983). Karaginan merupakan nama yang diberikan untuk keluarga polisakarida linear yang diperoleh dari alga merah dan penting untuk pangan.

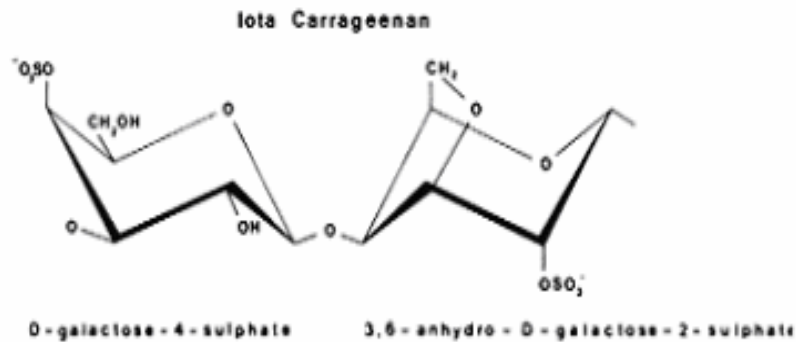
Doty (1987), membedakan karaginan berdasarkan kandungan sulfatnya menjadi dua fraksi yaitu kappa karaginan yang mengandung sulfat kurang dari 28 % dan iota karaginan jika lebih dari 30 %. Winarno (1996) menyatakan bahwa kappa karaginan dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*, iota karaginan dihasilkan dari *Eucheuma spinosum*, sedangkan lambda karaginan dari *Chondrus crispus*, selanjutnya membagi karaginan menjadi 3 fraksi berdasarkan unit penyusunnya yaitu kappa, iota dan lambda karaginan.

Kappa karaginan tersusun dari $\alpha(1,3)$ -D-galaktosa-4-sulfat dan $\beta(1,4)$ -3,6-anhidro-D-galaktosa. Karaginan juga mengandung D-galaktosa-6-sulfat ester dan 3,6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeliminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah (Winarno 1996). Struktur kimia kappa karaginan dapat dilihat pada Gambar 3.



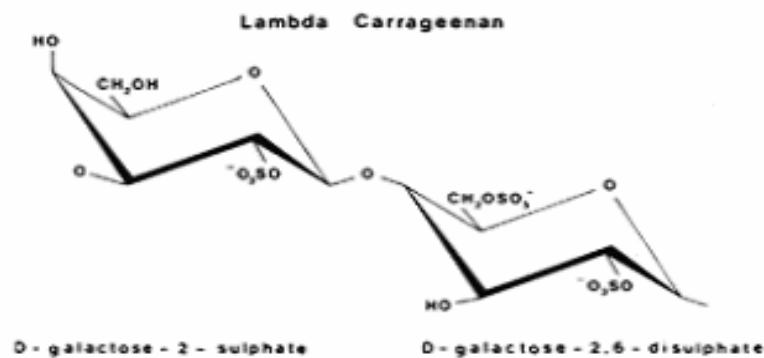
Gambar 2 Struktur kimia kappa karaginan (cPKelco ApS 2004).

Iota karaginan ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap residu D-glukosa dan gugusan 2-sulfat ester pada setiap gugusan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Gugusan 2-sulfat ester tidak dapat dihilangkan oleh proses pemberian alkali seperti kappa karaginan. Iota karaginan sering mengandung beberapa gugusan 6-sulfat ester yang menyebabkan kurangnya keseragaman molekul yang dapat dihilangkan dengan pemberian alkali (Winarno 1996). Struktur kimia iota karaginan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Struktur kimia iota karaginan (cPKelco ApS 2004).

Lambda karaginan berbeda dengan kappa dan iota karaginan, karena memiliki residu disulpat α (1-4) D-galaktosa, sedangkan kappa dan iota karaginan selalu memiliki gugus 4-fosfat ester (Winarno 1996). Struktur kimia lambda karaginan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4 Struktur dasar lambda karaginan (cPKelco ApS 2004).

Monomer-monomer dalam setiap fraksi karaginan dihubungkan oleh jembatan oksigen melalui ikatan β -1,4 glikosidik. Monomer-monomer yang telah berikatan tersebut digabungkan bersama monomer-monomer yang lain melalui ikatan α -1,3 glikosidik yang membentuk polimer. Ikatan 1,3 glikosidik dijumpai pada bagian monomer yang tidak mengandung sulfat yaitu monomer D-galaktosa-4-sulfat dan D-galaktosa-2-sulfat. Ion sulfat tidak pernah ada pada atom C₃, ikatan 1,4 glikosidik terdapat pada bagian monomer yang mengandung jembatan anhidro yaitu monomer-monomer 2,6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat

dan 3,6-anhidro-D-galaktosa serta pada D-galaktosa-2,6-disulfat (Glicksman 1983). Unit-unit monomer karaginan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Unit-unit monomer karaginan

Fraksi karaginan	Monomer
Kappa	D-galaktosa 4-sulfat 3,6-anhidro-D-galaktosa
Iota	D-galaktosa 4-sulfat 3,6-anhidro-D-galaktosa 2-sulfat
Lambda	D-galaktosa 2-sulfat D-galaktosa 2,6-disulfat

Sumber: Towle (1973)

2.3 Sifat Dasar Karaginan

Sifat dasar karaginan terdiri dari tiga tipe karaginan yaitu kappa, iota dan lambda karaginan. Tipe karaginan yang paling banyak dalam aplikasi pangan adalah kappa karaginan. Sifat-sifat karaginan meliputi kelarutan, viskositas, pembentukan gel dan stabilitas pH.

2.3.1 Kelarutan

Kelarutan karaginan dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tipe karaginan, temperatur, pH, kehadiran jenis ion tandingan dan zat-zat terlarut lainnya. Gugus hidroksil dan sulfat pada karaginan bersifat hidrofilik sedangkan gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa lebih hidrofobik. Lambda karaginan mudah larut pada semua kondisi karena tanpa unit 3,6-anhidro-D-galaktosa dan mengandung gugus sulfat yang tinggi. Karaginan jenis iota bersifat lebih hidrofilik karena adanya gugus 2-sulfat dapat menetralkan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang kurang hidrofilik. Karaginan jenis kappa kurang hidrofilik karena lebih banyak memiliki gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa (Towle 1983; cPKelco ApS 2004).

Karakteristik daya larut karaginan juga dipengaruhi oleh bentuk garam dari gugus ester sulfatnya. Jenis sodium umumnya lebih mudah larut, sementara jenis potasium lebih sukar larut. Hal ini menyebabkan kappa karaginan dalam bentuk garam potasium lebih sulit larut dalam air dingin dan diperlukan panas untuk mengubahnya menjadi larutan, sedangkan dalam bentuk garam sodium lebih mudah larut. Lambda karaginan larut dalam air dan tidak tergantung jenis

garamnya (cPKelco ApS 2004). Daya kelarutan karaginan pada berbagai media dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Daya kelarutan karaginan pada berbagai media pelarut

Sifat-sifat	Kappa	Iota	Lambda
Air panas	Larut suhu > 60 °C	Larut suhu > 60 °C	Larut
Air dingin	Larut Na	Larut Na ⁺	Larut garam
Susu panas	Larut	Larut	Larut
Susu dingin	Kental	Kental	Lebih kental
Larutan gula	Larut (panas)	Susah larut	Larut (panas)
Larutan garam	Tidak larut	Tidak larut	Larut (panas)
Larutan organik	Tidak larut	Tidak larut	Tidak larut

Sumber: cPKelco ApS (2004)
Glikzman (1983)

Suryaningrum (1988) menyatakan bahwa karaginan dapat membentuk gel secara *reversibel* artinya dapat membentuk gel pada saat pendinginan dan kembali cair pada saat dipanaskan. Pembentukan gel disebabkan karena terbentuknya struktur heliks rangkap yang tidak terjadi pada suhu tinggi.

2.3.2 Stabilitas pH

Karaginan dalam larutan memiliki stabilitas maksimum pada pH 9 dan akan terhidrolisis pada pH dibawah 3,5. Pada pH 6 atau lebih umumnya larutan karaginan dapat mempertahankan kondisi proses produksi karaginan (cPKelco ApS 2004). Hidrolisis asam akan terjadi jika karaginan berada dalam bentuk larutan, hidrolisis akan meningkat sesuai dengan peningkatan suhu. Larutan karaginan akan menurun viskositasnya jika pHnya diturunkan dibawah 4,3 (Imeson 2003).

Kappa dan iota karaginan dapat digunakan sebagai pembentuk gel pada pH rendah, tetapi tidak mudah terhidrolisis sehingga tidak dapat digunakan dalam pengolahan pangan. Penurunan pH menyebabkan terjadinya hidrolisis dari ikatan glikosidik yang mengakibatkan kehilangan viskositas. Hidrolisis dipengaruhi oleh pH, temperatur dan waktu. Hidrolisis dipercepat oleh panas pada pH rendah (Moirano 1977). Stabilitas karaginan dalam berbagai media pelarut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Stabilitas karaginan dalam berbagai media pelarut

Stabilitas	Kappa	Iota	Lamda
pH netral dan alkali	Stabil	Stabil	Stabil
pH asam	Terhidrolisis jika dipanaskan. Stabil dalam bentuk gel	Terhidrolisis dalam. Stabil dalam bentuk gel	Terhidrolisis

Sumber: Glicksman (1983)

2.3.3 Viskositas

Viskositas adalah daya aliran molekul dalam sistem larutan. Viskositas suatu hidrokoloid dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi karaginan, temperatur, jenis karaginan, berat molekul dan adanya molekul-molekul lain (Towle 1973; FAO 1990). Jika konsentrasi karaginan meningkat maka viskositasnya akan meningkat secara logaritmik. Viskositas akan menurun secara progresif dengan adanya peningkatan suhu, pada konsentrasi 1,5% dan suhu 75 °C nilai viskositas karaginan berkisar antara 5 – 800 cP (FAO 1990).

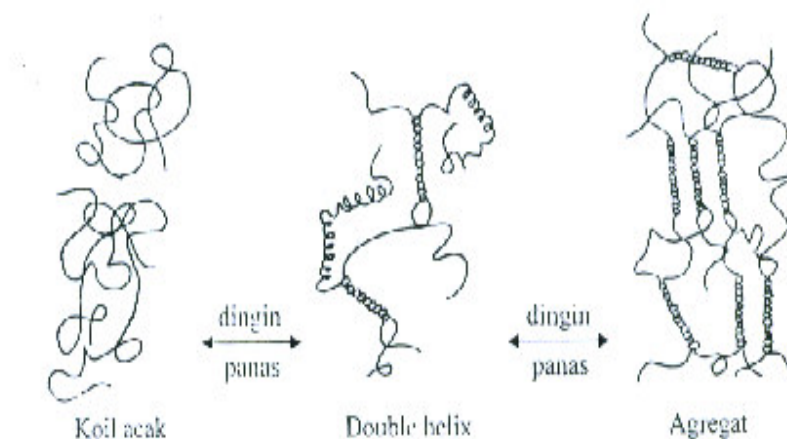
Viskositas larutan karaginan terutama disebabkan oleh sifat karaginan sebagai polielektrolit. Gaya tolakan (repulsion) antar muatan-muatan negatif sepanjang rantai polimer yaitu gugus sulfat, mengakibatkan rantai molekul menegang. Karena sifat hidrofiliknya, polimer tersebut dikelilingi oleh molekul-molekul air yang terimobilisasi, sehingga menyebabkan larutan karaginan bersifat kental (Guiseley *et al.* 1980). Moirano (1977) mengemukakan bahwa semakin kecil kandungan sulfat, maka nilai viskositasnya juga semakin kecil, tetapi konsistensi gelnya semakin meningkat.

Adanya garam-garam yang terlarut dalam karaginan akan menurunkan muatan bersih sepanjang rantai polimer. Penurunan muatan ini menyebabkan penurunan gaya tolakan (repulsion) antar gugus-gugus sulfat, sehingga sifat hidrofilik polimer semakin lemah dan menyebabkan viskositas larutan menurun. Viskositas larutan karaginan akan menurun seiring dengan peningkatan suhu sehingga terjadi depolimerisasi yang kemudian dilanjutkan dengan degradasi karaginan (Towle 1973).

2.3.4 Pembentukan gel

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. Sifat pembentukan gel ini beragam dari satu jenis hidrokoloid ke jenis lain, tergantung pada jenisnya. Gel mempunyai sifat seperti padatan, khususnya sifat elastis dan kekakuan.

Kappa-karaginan dan iota-karaginan merupakan fraksi yang mampu membentuk gel dalam air dan bersifat *reversible* yaitu meleleh jika dipanaskan dan membentuk gel kembali jika didinginkan. Proses pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu pembentukan gel akan mengakibatkan polimer karaginan dalam larutan menjadi *random coil* (acak). Bila suhu diturunkan, maka polimer akan membentuk struktur *double helix* (pilinan ganda) dan apabila penurunan suhu terus dilanjutkan polimer-polimer ini akan terikat silang secara kuat dan dengan makin bertambahnya bentuk heliks akan terbentuk agregat yang bertanggung jawab terhadap terbentuknya gel yang kuat (Glicksman 1969). Jika diteruskan, ada kemungkinan proses pembentukan agregat terus terjadi dan gel akan mengerut sambil melepaskan air. Proses terakhir ini disebut sineresis (Fardiaz 1989). Mekanisme pembentukan gel karaginan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Mekanisme pembentukan gel karaginan (Thomas 1992).

Kemampuan pembentukan gel pada kappa dan iota karaginan terjadi pada saat larutan panas yang dibiarkan menjadi dingin karena mengandung gugus 3,6-anhidrogalaktosa. Adanya perbedaan jumlah, tipe dan posisi gugus sulfat akan mempengaruhi proses pembentukan gel. Kappa karaginan dan iota karaginan akan membentuk gel hanya dengan adanya kation-kation tertentu seperti K^+ , Rb^+ dan Cs^+ . Kappa karaginan sensitif terhadap ion kalium dan membentuk gel kuat dengan adanya garam kalium, sedangkan iota karaginan akan membentuk gel yang kuat dan stabil bila ada ion Ca^{2+} , akan tetapi lambda karaginan tidak dapat membentuk gel (Glicksman 1983). Potensi membentuk gel dan viskositas larutan karaginan akan menurun dengan menurunnya pH, karena ion H^+ membantu proses hidrolisis ikatan glikosidik pada molekul karaginan (Angka dan Suhartono 2000).

Konsistensi gel dipengaruhi beberapa faktor antara lain: jenis dan tipe karaginan, konsistensi, adanya ion-ion serta pelarut yang menghambat pembentukan hidrokoloid (Towle 1973).

2.4 Umur Panen

Yunizal *et al.* (2000) menyatakan bahwa sebagai bahan baku pengolahan, rumput laut harus dipanen pada umur yang tepat. Rumput laut jenis *Gracilaria* pemanenan dilakukan setelah berumur 3 bulan, sedangkan jenis *Eucheuma* dipanen setelah berumur 1,5 bulan atau lebih.

Rumput laut dipanen setelah tingkat pertumbuhannya mencapai puncak yaitu beratnya mencapai ± 600 g/rumpun. Lama pemeliharaan tergantung dari lokasi, jenis rumput laut serta metode penanaman. Kandungan karaginan pada *Eucheuma* sp dan agar-agar pada *Gracilaria* sp mencapai puncak tertinggi pada umur antara 6 – 8 minggu dengan cara pemanenan memotong bagian ujung tanaman yang sedang tumbuh (Departemen Pertanian 1995).

Pemanenan dilakukan bila rumput laut telah mencapai berat tertentu, yakni sekitar empat kali berat awal (dalam waktu pemeliharaan 1,5 – 4 bulan). Untuk jenis *Eucheuma* sp dapat mencapai berat sekitar 500-600 g, maka jenis ini sudah dapat dipanen, masa panen tergantung dari metode dan perawatan yang dilakukan setelah bibit ditanam (Aslan 1998).

Mukti (1987) menyatakan bahwa pemanenan sudah dapat dilakukan setelah 6 minggu yaitu saat tanaman dianggap cukup matang dengan kandungan

polisakarida maksimum. Pemanenan rumput laut dilakukan secara keseluruhan (*full harvest*) tanpa bantuan alat mekanik. Kadi dan Atmaja (1988) menambahkan bahwa pemanenan rumput laut dapat dilakukan sekitar 1 - 3 bulan dari saat penanaman. Selanjutnya dikatakan bahwa persyaratan lingkungan yang harus dipenuhi bagi budidaya *Eucheuma* adalah:

- a. Substrat stabil, terlindung dari ombak yang kuat dan umumnya di daerah terumbu karang.
- b. Tempat dan lingkungan perairan tidak mengalami pencemaran.
- c. Kedalaman air pada waktu surut terendah 1- 30 cm.
- d. Perairan dilalui arus tetap dari laut lepas sepanjang tahun.
- e. Kecepatan arus antara 20 - 40 m/menit.
- f. Jauh dari muara sungai.
- g. Perairan tidak mengandung lumpur dan airnya jernih.
- h. Suhu air berkisar 27 – 28 °C dan salinitas berkisar 30 -37 ppt.

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut antara lain adalah: suhu, cahaya, salinitas, gerakan air dan pH perairan.

2.4.1 Suhu

Suhu perairan mempengaruhi laju fotosintesis. Nilai suhu perairan yang optimal untuk laju fotosintesis berbeda pada setiap jenis. Secara prinsip suhu yang tinggi dapat menyebabkan protein mengalami denaturasi, serta dapat merusak enzim dan membran sel yang bersifat labil terhadap suhu yang tinggi. Pada suhu yang rendah, protein dan lemak membran dapat mengalami kerusakan sebagai akibat terbentuknya kristal di dalam sel. Terkait dengan itu, maka suhu sangat mempengaruhi beberapa hal yang terkait dengan kehidupan rumput laut, seperti kehilangan hidup, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, fotosintesis dan respirasi (Eidman 1991). Sulistijo (1994) menyatakan kisaran suhu perairan yang baik untuk rumput laut *Eucheuma* adalah 27 – 30 °C.

2.4.2 Arus

Arus merupakan gerakan mengalir suatu masa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan densitas air laut dan pasang surut yang bergelombang panjang dari laut terbuka (Nontji 1987). Arus mempunyai peranan penting dalam penyebaran unsur hara di laut. Arus ini sangat berperan dalam perolehan makanan

bagi alga laut karena arus dapat membawa nutrisi yang dibutuhkannya. Menurut Sulistijo (1994), salah satu syarat untuk menentukan lokasi *Eucheuma* sp adalah adanya arus dengan kecepatan 0,33 - 0,66 m/detik.

2.4.3 Salinitas

Di alam rumput laut *Eucheuma* sp tumbuh berkembang dengan baik pada salinitas yang tinggi. Penurunan salinitas akibat masuknya air tawar dari sungai dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut *Eucheuma* sp menurun. Sadhori (1989) menyatakan bahwa salinitas yang cocok untuk pertumbuhan rumput laut berkisar 31-35 ppt. Menurut Dawes (1981), kisaran salinitas yang baik bagi pertumbuhan *Eucheuma* sp adalah 30-35 ppt. Soegiarto *et al.* (1978) menyatakan kisaran salinitas yang baik untuk *Eucheuma* sp adalah 32 - 35 ppt.

2.4.4 pH

Keasaman atau derajat pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Aslan (2005) menyatakan bahwa kisaran pH maksimum untuk kehidupan organisme laut adalah 6,5 - 8,5.

2.5 Metode Ekstraksi

Rumput laut yang telah bersih kemudian diekstraksi dengan air panas dalam suasana alkali seperti natrium atau kalium hidroksida dengan pH berkisar antara 8 – 11 (Durant dan Sanford 1970).

Towle (1973) menyatakan bahwa larutan alkali mempunyai dua fungsi yaitu membantu ekstraksi polisakarida dari rumput laut dan berfungsi untuk mengkatalisis hilangnya gugus-6-sulfat dari unit monomernya dengan membentuk 3,6-anhidrogallaktosa sehingga mengakibatkan kenaikan kekuatan gelnya. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Sheng Yao *et al.* (1986) ekstraksi yang dilakukan dengan NaOH 2 % mempunyai gel 3 – 5 kali lebih kuat jika dibanding dengan air.

Ekstraksi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dilakukan dengan cara perebusan dengan menggunakan larutan KOH pada pH 8-9 dengan volume air perebus sebanyak 40-50 kali berat rumput laut kering. Rumput laut tersebut *Eucheuma cottonii* dipanaskan pada suhu 90 - 95 °C selama 3 - 6 jam (Yunizal *et al.* 2000). Guiseley *et al.* (1980) melaporkan bahwa untuk mencapai ekstraksi

yang optimal diperlukan waktu sampai 1 hari, sedangkan Naylor (1976) untuk mempercepat proses ekstraksi dilakukan dengan perebusan bertekanan selama satu sampai beberapa jam. Karaginan diendapkan dengan menggunakan iso propil alkohol (IPA) dengan volume larutan 1,5-2 kali berat filtrat karaginan.

2.6 Proses Pembuatan Karaginan

Proses produksi karaginan pada dasarnya terdiri atas proses penyiapan bahan baku, ekstraksi karaginan dengan menggunakan bahan pengestrak, pemurnian, pengeringan dan penepungan. Penyiapan bahan baku meliputi proses pencucian rumput laut untuk menghilangkan pasir, garam mineral, dan benda asing yang masih melekat pada rumput laut.

Ekstraksi karaginan dilakukan dengan menggunakan air panas atau larutan alkali panas (Food Chemical Codex 1981). Suasana alkalis dapat diperoleh dengan menambahkan larutan basa misalnya larutan NaOH, Ca(OH)₂, atau KOH sehingga pH larutan mencapai 8-10. Volume air yang digunakan dalam ekstraksi sebanyak 30 - 40 kali dari berat rumput laut. Ekstraksi biasanya mendekati suhu didih yaitu sekitar 90 – 95 °C selama satu sampai beberapa jam. Penggunaan alkali mempunyai dua fungsi, yaitu membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat eliminasi 6-sulfat dari unit monomer menjadi 3,6-anhidro-D-galaktosa sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel dan reaktivitas produk terhadap protein (Towle 1973). Penelitian yang dilakukan Zulfriady dan Sudjarmiko (1995), menunjukkan bahwa ekstraksi karaginan menggunakan (KOH) berpengaruh terhadap kenaikan rendemen dan mutu karaginan yang dihasilkan.

Pemisahan karaginan dari bahan pengestrak dilakukan dengan cara penyaringan dan pengendapan. Penyaringan ekstrak karaginan umumnya masih menggunakan penyaringan konvensional yaitu kain saring dan *filter press*, dalam keadaan panas yang dimaksudkan untuk menghindari pembentukan gel (Chapman dan Chapman 1980). Pengendapan karaginan dapat dilakukan antara lain dengan metode *gel press*, *KCl freezing*, *KCl press*, atau pengendapan dengan alkohol (Yunizal *et al.* 2000).

Pengeringan karaginan basah dapat dilakukan dengan oven atau penjemuran (Gliksman 1983). Pengeringan menggunakan oven dilakukan pada

suhu 60 °C (Istini dan Zatnika 1991). Karaginan kering tersebut kemudian ditepungkan, diayak, distandardisasi dan dicampur, kemudian dikemas dalam wadah yang bertutup rapat (Guiseley *et al.* 1980). Produk karaginan umumnya dikemas dalam *double-decked plastic bag*, dengan ukuran kemasan 25 kg.

2.7 Manfaat Karaginan

Karaginan sangat penting peranannya sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (bahan pengentalan), pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain. Sifat ini banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya (Winarno 1996). Selain itu juga berfungsi sebagai penstabil, pensuspensi, pengikat, *protective* (melindungi koloid), *film former* (mengikat suatu bahan), *syneresis inhibitor* (mencegah terjadinya pelepasan air) dan *flocculating agent* (mengikat bahan-bahan (Anggadireja *et al.* 1993).

Penggunaan karaginan dalam bahan pengolahan pangan dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu untuk produk-produk yang menggunakan bahan dasar air dan produk-produk yang menggunakan bahan dasar susu.

Tabel 5 Beberapa penerapan karaginan dalam produk-produk dengan bahan dasar air

Produk	Fungsi	Jenis	Taraf penggunaan (%)
Gel desert	Pembentukan gel	Kappa-Iota	0,5 – 1,0
Jeli, berkalori rendah, selai, buah awet	Pembentukan gel	Kappa-iota	0,5 – 1,0
Gel ikan	Pembentukan gel	Kappa	0,5 – 1,0
Sirop	Pemantap suspensi	Kappa-Lambda	0,3 – 0,5
Analog buah-buahan	Pembentukan gel, tekstur	Kappa	0,5 – 1,0
Salad dressing	Pemantap emulsi	Iota	0,4 – 0,6
Pemutih susu imitasi	Pemantap lemak	Iota-Lambda	0,03 – 0,06
Kopi imitasi	Pemantap emulsi	Lambda	0,1 – 0,2

Sumber: FMC corp 1977

Tabel 6 Beberapa penerapan karaginan dalam produk-produk dengan bahan dasar susu

Produk	Fungsi	Jenis	Taraf penggunaan (%)
Desert beku Es kri, susu es	Mengontrol pencairan	Kappa	0,010 – 0,030
Susu pasteurisasi, Coklat, citarasa buah	Membentuk suspensi stabil	Kappa	0,025 – 0,035
Susu skim	Konsistensi	Kappa-Iota	0,025 – 0,035
Susu isi	Pemantap emulsi, konsistensi	Kappa-Iota	0,025 – 0,035
Campuran krim untuk keju ”cotage”	Daya lekat	Kappa	0,020 – 0,035
Susu sterilisasi cokelat	Membentuk suspensi stabil, konsistensi	Kappa	0,010 – 0,035
Evaporasi	Pemantap emulsi	Kappa	0,005 - 0,015
Formulasi susu bayi	Pemantap protein dan lemak	Kappa	0,020 – 0,040
Puding dan pengisi pie	Pengontrol gelatinisasi pati	Kappa	0,010 – 0,20
”Whipped cream”	Pemantap ”overrun”	Lambda	0,05 – 0,15
Susu dingin ”Shakes”	Pemantap suspensi ”Overrun”	Lambda	0,10 – 0,20
Yogurt	Membentuk konsistensi suspensi buah-buahan	Kappa	0,20 – 0,50

Sumber: FMC corp 1977

2.8 Standard Mutu Karaginan

Di Indonesia sampai saat ini belum ada standard mutu karaginan. Standard mutu karaginan yang telah diakui dikeluarkan oleh *Food Agriculture Organization* (FAO), *Food Chemicals Codex* (FCC) dan *European Economic Community* (EEC). Spesifikasi mutu karaginan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Standar mutu karaginan

Spesifikasi	FAO	FCC	EEC
Zat volatil (%)	Maks. 12	Maks. 12	Maks. 12
Sulfat (%)	15-40	18-40	15-40
Kadar abu (%)	15-40	Maks.35	15-40
Viskositas (cP)	Min. 5	-	-
Kadar Abu Tidak Larut Asam (%)	Maks.1	Maks.1	Maks.2
Logam Berat :			
Pb (ppm)	Maks. 10	Maks.10	Maks.10
As (ppm)	Maks. 3	Maks. 3	Maks.3
Cu (ppm)	-	-	Maks.50
Zn (ppm)	-	-	Maks.25
Kehilangan karena pengeringan (%)	Maks. 12	Maks. 12	-

Sumber : A/S Kobenhvns Pektifabrik (1978)