

Anthon Masela, S.Pi., M.Si



KARAGINAN

RUMPUT LAUT (*Eucheuma Cottonii*)

Tinjauan Karakteristik Fisika dan Kimia



KARAGINAN RUMPUT LAUT
Eucheuma cottonii
(TINJAUAN KARAKTERISIK FISIKA DAN KIMIA)

KARAGINAN RUMPUT LAUT

Eucheuma cottonii

(TINJAUAN KARAKTERISIK FISIKA DAN KIMIA)

Anthon Masela, S.Pi., M.Si.



KARAGINAN RUMPUT LAUT

Eucheuma cottonii

(TINJAUAN KARAKTERISIK FISIKA DAN KIMIA)

Penulis:

Anthon Masela, S.Pi., M.Si.

Editor:

Yoseph Batkunde, S.Pd., M.Pd.

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : April 2022

Hak Cipta 2021, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2022 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022
; 14,8 x 21 cm
ISBN : - 978-623-448-099-3

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul KARAGINAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* (TINJAUAN KARAKTERISIK FISIKA DAN KIMIA) sesuai yang ditargetkan.

Buku dengan judul KARAGINAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* (TINJAUAN KARAKTERISIK FISIKA DAN KIMIA) merupakan hasil penelitian mengenai tinjauan karakteristik fisika dan kimia pada KARAGINAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii*. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

April 2022, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I DESKRIPSI <i>EUCHEUMA COTTONII</i>	1
BAB II FAKTOR LINGKUNGAN PERAIRAN DALAM KARAGINAN RUMPUT LAUT	4
A. Suhu	4
B. Arus	5
C. Salinitas	6
D. pH	6
E. Kecerahan	6
F. Kedalaman perairan	7
G. Dasar perairan	8
H. Unsur hara	8
I. Nitrat	10
J. Fosfat	12
BAB III KONSEP KARAGINAN	15
A. Sifat Dasar Karaginan	19
1. Kelarutan	20
2. Stabilitas pH	22
3. Viskositas	23
4. Pembentukan gel	24
B. Metode Ekstraksi	27
C. Proses Pembuatan Karaginan	28
D. Manfaat Karaginan	30
E. Standard Mutu Karaginan	31

BAB IV PENTINGNYA MEMAHAMI TINJAUAN KARAKTERISTIK FISIKA DAN KIMI DALAM KARAGINAN RUMPUT LAUT	32
A. Pendahuluan	32
B. Proses Pemecahan Masalah	36
1. Pengujian Nitrat dan Fosfat	38
2. Ekstraksi Karaginan	44
3. Analisis Fisika-Kimia	45
a. Rendemen (FMC Corp. 1977)	46
b. Kekuatan Gel (FMC Corp. 1977)	46
c. Viskositas (FMC Corp. 1977)	47
d. Kadar Air (AOAC 1995)	47
e. Kadar abu (AOAC 1995)	48
f. Kadar Sulfat (FMC Corp. 1977)	48
4. Rancangan Percobaan dan Analisis Data	49
BAB V DATA HASIL KUALITAS PERAIRAN DESA WAIHERU DAN DESA LERMATANG	51
BAB VI HASIL TINJAUAN KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA PADA KARAGINAN RUMPUT LAUT <i>EUCHEUMA COTTONII</i>	54
A. Gambaran Awal	54
1. Suhu Permukaan	54
2. Salinitas	55
3. pH	56
4. Kecerahan	57
5. Kecepatan Arus	58
6. Nitrat	59
7. Fosfat	60
B. Ekstraksi Karaginan	61
C. Karakteristik Fisika Kimia Karaginan	63
1. Rendemen Karaginan	63
2. Viskositas Karaginan	67
3. Kekuatan Gel Karaginan	71

4. Kadar Air	74
5. Kadar Abu	77
6. Kadar Sulfat	80
D. Kesimpulan	82
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	92
PROFIL PENULIS	97

BAB I

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



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 1 Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

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 khasnya 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).

BAB II

FAKTOR LINGKUNGAN PERAIRAN DALAM KARAGINAN RUMPUT LAUT

Faktor lingkungan perairan yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut adalah suhu, kecepatan arus, salinitas, pH, kecerahan, dasar perairan, kedalaman perairan nitrat dan fosfat.

A. Suhu

Suhu perairan mempengaruhi laju fotosintesis. 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, reproduksi, fotosintesis dan respirasi (Eidman 1991). Dawes *et al.* (1974) melaporkan bahwa laju fotosintesis *Eucheuma* dan *Gelidium* masing-masing mencapai nilai optimum pertumbuhan pada suhu 21-27 °C pada

intensitas cahaya matahari yang sama. Selanjutnya dikatakan, pada kondisi intensitas cahaya yang berbeda, laju fotosintesis dipengaruhi juga oleh suhu perairan. Sulistijo (1994) menyatakan kisaran suhu perairan yang baik untuk rumput laut *Eucheuma* adalah 27–30°C, sedangkan menurut Sugiarto (1984) dalam Eidman (1991) mengatakan bahwa kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan *cottonii* adalah 24-31°C.

B. Arus

Arus merupakan gerakan mengalir massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan densitas air laut dan pasang surut yang bergelombang panjang dari laut terbuka (Nontji 1981). Salah satu faktor fisik yang paling kritis pada lingkungan laut tropis dan subtropis adalah pergerakan air. Pergerakan air sangat berpengaruh pada ketersediaan nutrisi. Winarno (1996) mengatakan bahwa pergerakan air atau arus dapat memindahkan atau menyuplai nutrisi ke perairan sekitarnya. Arus sangat berperan dalam perolehan makanan bagi alga laut karena arus dapat membawa nutrisi yang dibutuhkannya. Besarnya kecepatan arus yang ideal antara 15-50 cm/detik (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya 2005).

C. 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. 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.

D. pH

Keasaman atau pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Aslan (1998) menyatakan bahwa kisaran pH maksimum untuk kehidupan organisme laut adalah 6,5-8,5. Chapman dan Chapman (1980) menambahkan bahwa hampir seluruh alga menyukai kisaran pH 6,8–9,6, sehingga pH bukanlah masalah dalam pertumbuhannya.

E. Kecerahan

Kecerahan perairan sangat menentukan jumlah intensitas sinar matahari yang masuk ke suatu perairan. Kemampuan daya tembus sinar matahari ke perairan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik tersuspensi di perairan, kepadatan plankton, jasad

renik dan detritus. Kecerahan merupakan faktor pembatas bagi proses fotosintesis dan produksi primer perairan (Wardoyo 1975 diacu dalam Syahputra 2005). Beberapa penyebab kekeruhan adalah adanya zat-zat organik yang terurai, jasad-jasad renik, lumpur dan tanah atau zat-zat koloid yaitu zat-zat terapung yang mudah mengendap (Soemarwoto 1984 dalam Syahputra 2005) Cahaya matahari merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis terjadi pembentukan bahan organik yang diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan yang normal. Kecerahan perairan berhubungan erat dengan penetrasi cahaya matahari. Kecerahan perairan yang ideal lebih dari 1 m (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya 2005).

F. Kedalaman perairan

Kedalaman perairan yang baik untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah 0,3-0,6 m pada waktu surut terendah untuk lokasi yang berarus kencang dan untuk metode lepas dasar, sedangkan 2-15 m untuk metode rakit apung, metode rawai (*longline*), dan sistem jalur. Kondisi ini untuk menghindari rumput laut mengalami kekeringan dan mengoptimalkan perolehan sinar matahari (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya 2005).

G. Dasar perairan

Perairan yang mempunyai dasar pecahan-pecahan karang dan pasir kasar, dipandang baik untuk budidaya *Eucheuma cottonii*. Kondisi dasar perairan yang demikian merupakan petunjuk adanya gerakan air yang baik. Jenis dasar perairan dapat dijadikan indikator gerakan air laut (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya 2005).

H. Unsur hara

Rumput laut memerlukan unsur hara sebagai bahan baku untuk proses fotosintesis. Untuk menunjang pertumbuhan diperlukan ketersediaan unsur hara dalam perairan. Masuknya unsur hara ke dalam jaringan tubuh rumput laut adalah dengan jalan proses difusi yang terjadi pada seluruh bagian permukaan tubuh rumput laut. Bila difusi makin banyak akan mempercepat proses metabolisme sehingga akan meningkatkan laju pertumbuhan. Rumput laut umumnya memerlukan unsur N dan P dalam jumlah yang besar, namun ketersediaannya di alam sering menjadi pembatas, yang diperlukan untuk pertumbuhan, reproduksi dan pembentukan cadangan makanan berupa pembentukan zat-zat organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak.

Fosfor (P) merupakan unsur penting bagi semua aspek kehidupan terutama berfungsi dalam transformasi energi metabolik yang peranannya tak dapat digantikan oleh unsur

lain (Kuhl 1974). Unsur ini merupakan penyusun ikatan pirofosfat dari adenosin trifosfat (ATP) yang kaya akan energi dan merupakan bahan bakar bagi semua kegiatan dalam semua sel hidup. Kandungan fosfor dalam sel alga mempengaruhi laju serapan fosfat, yaitu berkurang sejalan dengan meningkatnya kandungan fosfat dalam sel. Beberapa jenis alga mampu menyerap fosfat melebihi kebutuhannya (*luxury consumption*) dan mampu menyerap fosfat pada konsentrasi yang sangat rendah. Kebutuhan fosfat untuk pertumbuhan optimum bagi alga dipengaruhi oleh bentuk senyawa nitrogen. Batas tertinggi konsentrasi fosfat akan lebih rendah jika nitrogen berada dalam bentuk garam amonium. Sebaliknya jika nitrogen dalam bentuk nitrat konsentrasi tertinggi fosfat yang diperlukan akan lebih tinggi. Batas terendah konsentrasi fosfat untuk pertumbuhan optimum alga berkisar 0,018-0,090 ppm P-PO₄ dan batas tertinggi berkisar 8,90-17,8 ppm P-PO₄ apabila nitrogen dalam bentuk nitrat. Sedangkan bila nitrogen dalam bentuk amonium, batas tertinggi berkisar 1,78 ppm P-PO (Fritz 1986 diacu dalam Iksan 2005). Nitrogen adalah salah satu unsur utama penyusun sel organisme yaitu dalam proses pembentukan protoplasma. Nitrogen seringkali dalam jumlah yang terbatas di perairan, terutama di daerah beriklim tropis. Penyerapan nitrogen oleh organisme dapat melalui beberapa macam proses, yaitu fiksasi nitrogen, nitrifikasi, asimilasi

nitrogen, denitrifikasi, dan amonifikasi. Proses fiksasi, nitrifikasi, denitrifikasi, dan amonifikasi umumnya dilakukan oleh bakteri, sedangkan proses asimilasi dilakukan oleh tumbuhan pada umumnya termasuk tumbuhan alga di perairan. Sebagian besar tumbuhan mengasimilasi nitrogen dalam bentuk amonia, namun karena nitrogen di perairan sebagian besar dalam bentuk ion nitrit dan ion nitrat, maka dengan bantuan bakteri yang mempunyai kemampuan mengubah nitrit menjadi nitrat kemudian menjadi amonia melalui proses reduksi, sehingga proses asimilasi amonia oleh tanaman akuatik dapat berlangsung. Nitrat dimanfaatkan oleh alga untuk metabolisme dengan bantuan enzim nitrat reduktase yang dihasilkannya. Kadar enzim nitrat reduktase sangat rendah pada alga yang hidup di perairan dengan konsentrasi nitrat yang rendah. Konsentrasi amonia yang tinggi dalam perairan akan menyebabkan terhambatnya pembentukan enzim nitrat reduktase pada alga. Selain nitrat dan amonia, alga dapat pula menggunakan nitrit dan hidroksil amin untuk proses metabolismenya.

I. Nitrat

Nitrogen dalam perairan dapat membentuk senyawa amonia, nitrit dan nitrat. Senyawa-senyawa tersebut berasal dari limbah pertanian, pemukiman dan industri Alaerts dan Santika, (2003) Sellano (2007) mengemukakan bahwa

nutrien nitrogen dalam perairan estuari ada dalam berbagai bentuk seperti oksidasi, fase cairan-padat-gas, dan struktur kimia. Lebih lanjut dijelaskan laju fiksasi nitrogen yang di transport ke laut menjadi meningkat melalui kegiatan pembuangan limbah dan aktifitas pertanian disamping melalui erosi tanah dan fertilisasi run off

Nitrat dan amonium adalah sumber utama nitrogen, kadar nitrat-nitrogen di perairan yang tidak tercemar biasanya lebih tinggi dari amonium, dimana kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l Effendi (2003). Lebih lanjut dijelaskan kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktifitas manusia dan tinja hewan, kadar nitrat nitrogen yang > 0,2 mg/l sudah dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi.

Nitrogen merupakan salah satu unsur yang sangat diperkukan dalam proses fotosintesa. Nitrogen didalam perairan terdapat dalam bentuk nitrogen bebas (N_2) dan bentuk terikat dengan unsur-unsur lain seperti amonia (N_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3). Nitrat merupakan bentuk yang teroksidasi secara mikrobiologi melalui proses nitrifikasi sesuai reaksi dibawah ini.



Menurut Nugroho (2006) nitrat dan nitrit ada dalam sediaan nitrogen untuk membentuk protein bagi organisme

perairan. Akan tetapi pada konsentrasi yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan Fitoplankton yang tidak terbatas. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya *blooming* hal ini dapat menyebabkan kematian masal organisme perairan terutama ikan akibat kekurangan oksigen terlarut yang disertai dengan pembentukan senyawa beracun seperti H_2S , NH_3 dan sebagainya. Oleh karena itu keberadaan nitrat dan nitrit menentukan produktifitas perairan yang sifatnya relatif tidak tetap dan stabilitasnya rendah. Effendi (2003) menyatakan bahwa pada nitrat yang lebih dari 5mg/l menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktifitas manusia dan tinja hewan. Kadar nitrat nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan yang kemudian menstimulasi pertumbuhan algae, rumput laut dan tumbuhan air yang lainnya secara pesat (*blooming*).

J. Fosfat

Unsur fosfat di perairan tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (Ostofosfat dan Polofosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat (Effendi 2003). Keberadaan fosfat di perairan alami biasanya relatif kecil dibandingkan dengan kadar nitrogen, karena sumber fosfat

lebih sedikit dibandingkan dengan sumber nitrogen diperairan.

Senyawa fosfat berasal dari erosi tanah, limpasan air permukaan, buangan industri, kotoran hewan, dan lapukan tumbuhan, disamping deterjen yang menjadi penyebab pencemaran fosfat di perairan. Menurut Sellano (2007) sumber fosfat adalah hanyutan dari pupuk, limbah domestik dan mineral fosfat.

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan diperairan kadar fosfat-fosfor (P-PO₄) di perairan alami 0,005-0,02 mg/l (Effendi 2003). Sedangkan Achmad (2004) menyebutkan kandungan fosfat dalam perairan yang tidak tercemar berkisar antara 0,001-1,00 mg/l

Berdasarkan kadar fosfat-fosfor (P-PO₄) maka perairan dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu : perairan dengan tingkat kesuburan rendah, yang memiliki kadar fosfat total kisaran antara 0-0,02 mg/l, perairan dengan tingkat kesuburan sedang dengan kadar fosfat total antara 0,02-0,05 mg/l, dan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi memiliki kadar fosfat total 0,051-0,1 mg/l (Effendi 2003)

Fosfat merupakan salah satu unsur esensial bagi pembentukan protein dan metabolisme. Fosfat terdapat dalam perairan sebagai senyawa ostofosfat, polifosfat, fosfat organik. Ostofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk

kedalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan. Polifosfat dapat masuk melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang mengandung fosfat seperti industri pencucian, industri logam, dan sebagainya. Fosfat organik terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan (Alerts 2003)

Sellano (2007) menyatakan bahwa fosfat organik dapat terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman, menyerap fosfat bagi pertumbuhannya. Bila kadar fosfat dalam perairan semakin rendah ($<0,01\text{mg/l}$) pertumbuhan tanaman fitoplankton akan terlambat. Bila kadar fosfat dan nutriennya tinggi, pertumbuhan fitoplankton tidak terbatas lagi (eutrop) akibatnya organisme tersebut akan menghabiskan oksigen terlarut dalam perairan sehingga oksigen terlarut yang ada tidak lagi mencukupi untuk proses respirasi dari hewan.

BAB III

KONSEP KARAGINAN

Karaginan merupakan senyawa hidrokoloid 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).

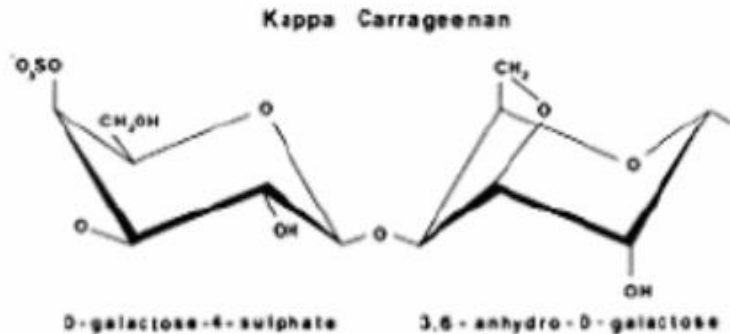
Menurut Hellebust dan Cragie (1978), karaginan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya dan karaginan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut dibandingkan dengan komponen yang lain. Jumlah dan posisi sulfat membedakan macam-macam polisakarida Rhodophyceae, 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.

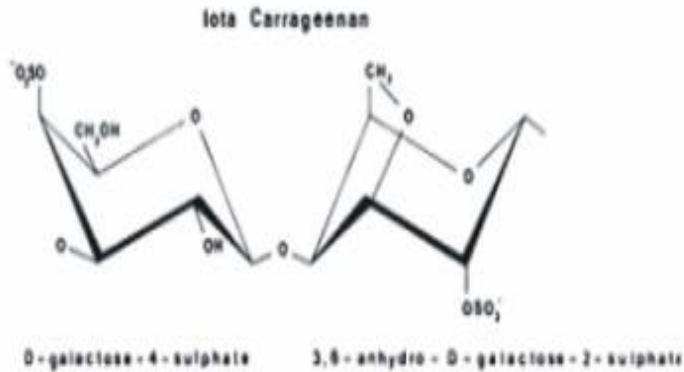
Kappa karaginan tersusun dari $\alpha(1,3)$ -D-galaktosa-4-sulfat dan $\beta(1,4)$ -3,6-anhidro-D-galaktosa. Karaginan juga mengandung D-galaktosa-6-sulfat ester dan 3,6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeeliminasi 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 2.



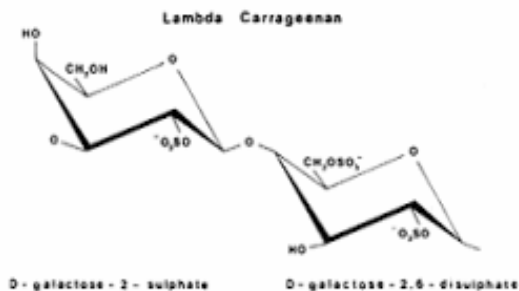
Gambar 2 Struktur kimia kappa karaginan (Tojo dan Prado 2003).

Iota karaginan ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap residu D-glukosa dan gugusan 2-sulfat ester pada setiap gugusan 3,6-anhidro-Dgalaktosa. 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 3



Gambar 3 Struktur kimia iota karaginan (Tojo dan Prado 2003).

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



Gambar 4 Struktur dasar lambda karaginan (Tojo dan Prado 2003).

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 1.

Tabel 1 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)

A. 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.

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).

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 (Glicksman (1983)). Daya kelarutan karaginan pada berbagai media dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 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 N ⁺	Larut Garam
Susu Panas	Larut	Larut	Larut
Susu Dingin	Kental	Kental	Larut 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: Glicksman (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.