

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Plankton

Plankton adalah organisme perairan yang umumnya berukuran mikroskopis. Plankton dapat diartikan sebagai organisme dengan kemampuan bergerak atau berenang yang sangat lemah. Kemampuan gerak yang lemah ini menyebabkan gerakan maupun distribusinya sangat tergantung oleh gerakan air (Hutabarat dan Evans, 1986; Nybakken, 1992).

Banyak pendapat tentang penggolongan plankton. Berdasarkan kemampuan berfotosintesis plankton dibagi menjadi dua yaitu zooplankton yang tidak mampu melakukan fotosintesis dengan sedikit kemampuan gerak (misalnya kemampuan untuk melakukan migrasi vertikal) dan golongan yang kedua adalah fitoplankton yang mempunyai kemampuan melakukan fotosintesis. Kemampuan gerak fitoplankton sangat kecil bahkan bisa dikatakan tidak ada ( Sachlan, 1982)

Plankton dibagi dalam lima kelompok berdasarkan ukurannya (Tabel 01). Penggolongan ini berdasarkan praktek, bahwa organisme planktonik ini biasanya ditangkap dengan mata jaring pada ukuran tertentu ( Nybakken, 1992).

Tabel 01. Pembagian plankton berdasarkan ukurannya ( Nybakken 1992)

KELOMPOK	UKURAN
Ultraplankton	kurang dari 2 $\mu\text{m}$
Nanoplankton	2 $\mu\text{m}$ sampai 20 $\mu\text{m}$
Mikroplankton	20 $\mu\text{m}$ sampai 200 $\mu\text{m}$
Makroplankton	200 $\mu\text{m}$ sampai 2000 $\mu\text{m}$
Megaplankton	lebih dari 2000 $\mu\text{m}$

Fitoplankton merupakan organisme autotrofik dengan pigmen fotosintesis seperti klorofil dan karotenoid, sehingga mampu melakukan sintesis ikatan-ikatan organik yang kompleks dari senyawa-senyawa organik sederhana. Sebagian besar fitoplankton dimasukkan dalam golongan nanoplankton dan sedikit yang termasuk dalam golongan mikropilankton (Bold and Wynne, 1978).

### **Fitoplankton**

Fitoplankton merupakan produsen primer di perairan, memiliki ukuran sangat kecil atau mikroskopis dan sebagian besar termasuk dalam nanoplankton. Fitoplankton paling banyak dijumpai pada zona eufotik, karena cahaya masih cukup kuat dan dapat dipergunakan sebagai sumber energi untuk kepentingan fotosintesis (Kennish, 1990).

Fitoplankton merupakan produsen utama perairan. Produktivitas fitoplankton cukup besar, bahkan lebih besar dari tanaman tingkat tinggi. Hal ini disebabkan pada kenyataan bahwa fitoplankton tersebar di perairan yang luasnya meliputi 70% dari luas permukaan bumi. Hal ini juga didukung oleh kemampuan menyerap nutrisi dari lingkungan secara efektif (Nybakken, 1992; Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Zeitzchel (1971) dalam Sournia (1978) mengatakan bahwa fitoplankton terdiri dari alga uniseluler yang hidup soliter atau berkelompok. Kelompok utama fitoplankton di lautan adalah kelompok Diatomae, Dinoflagellata, Coccolithoporida dan beberapa flagellata.

Bentuk fitoplankton sendiri bervariasi tergantung pada jenisnya. Ada yang berbentuk silinder panjang, cakram datar dan bentuk filamen. Beberapa jenis

mempunyai ornamen khusus pada tubuhnya yang membantu mereka dalam pergerakan dan juga dalam hal penyerapan makanan (Barnes dan Hughes, 1982).

Menurut Bold dan Wynne (1978), fitoplankton dibagi dalam 9 divisi. Kesembilan divisi ini antara lain Cyanophyta, Chlorophyta, Xanthophyta, Euglenophyta, Phaeopyta, Chrysophyta, Phyrophyta, Cryptophyta dan Rhodophyta.

Divisi Cyanophyta atau lebih dikenal sebagai ganggang hijau-biru, mempunyai pigmen berupa klorofil a; c-fikosianin, allofikosianin; c-fikoeritrin,  $\beta$ -karoten dan xantofil. Tidak mempunyai flagela. Tidak mempunyai kromatopora dan pirenoid. Cadangan makanan berupa proteinase, cyanopisin dan pati. Dinding selnya tersusun oleh mokopolimetik (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Chlorophyta sering dikenal dengan ganggang hijau mempunyai kandungan pigmen klorofil a dan b;  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$ -karoten dan beberapa xanthopfil yaitu licopin, lutein, zeaxantin, violaxantin, neoxantin, astaxantin dan shiponaxantin pada Sipunales; 2-6 tilakoid dikelompokkan dalam satu pita. Cadangan makanan berupa pati. Dinding sel disusun oleh selulosik (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Xanthophyta mempunyai dua flagela dan kandungan pigmennya berupa klorofil a dan  $\epsilon$ ; ;  $\beta$ karoten dan sedikit xanthofil yaitu violaxantin dan neolaxantin dengan asosiasi 3 tilakoid. Cadangan makanan berupa minyak dan leukosin. Pectinaseus atau selulosik menyusun dinding sel (Kumar and Singh, 1979)

Divisi Euglenophyta sering disebut dengan euglenoid dengan pigmen yang tersusun dari klorofil a dan b,  $\beta$ -karoten dan xantofil berupa echinenon, zeaxantin, neoxantin, anterazantin dan astaxantin serta 2-6 tilakoid dalam pita. Cadangan makanan berupa paramilum. Dinding selnya berupa periplastik (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Phaeophyta disebut juga ganggang coklat dengan kandungan klorofil a dan c;  $\beta$ -karoten dan fukosianin dan xantofil berupa lutein, violaxantin, fucoxantin dan diatoxantin dengan 2-6 tilakoid. Cadangan makanan berupa laminarin, leukosin dan mannitol. Penyusun dinding selnya adalah selulosik dengan asam alginik dan asam fucinik (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Chrysophyta disebut juga dengan ganggang pirang. Komposisi pigmennya terdiri dari klorofil a dan c;  $\alpha$ - $\beta$ - $\epsilon$ -karoten dan sedikit xantofil dalam bentuk fucoxantin dan diatoxantin. Cadangan makanan berupa krisolaminaran dan leukosin. Dinding sel disusun oleh selulosa, silica, kalsium karbonat, beberapa kitin atau sel tanpa dinding. Sebagai contoh *Nitzschia* sp, *Skeletonema* sp, *Triceratium* sp (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Phyrophyta disebut juga sebagai dinoflagelata dengan kandungan klorofil a dan c;  $\beta$ -karoten dan xantofil (diadinoxantin, dinoxantin dan peridinin) dengan 3 tilakoid. Cadangan makanan berupa pati atau minyak atau keduanya. Sebagai contoh *Peridinium* sp, *Ceratium* sp (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Cryptophyta disebut juga dengan cryptomonas dengan kandungan klorofil a, dan c;  $\alpha$ -karoten; xantofil (sedikit zeaxantin, diatoxantin);

pikobiliprotein (pikosianin dan pikoeritrin), dengan 2 tilakoids. Cadangan makanan berupa pati dan minyak (Kumar and Singh, 1979).

Divisi Rhodophyta merupakan alga merah dengan pigmen klorofil a, d,  $\alpha$ - $\beta$ -karoten, xantofil (lutein, zeaxantin, violaxantin); pikobiliproteinnnya berupa pikocyanin dan pikoeritrin, tilakoid tunggal. Cadangan makanan berupa fluoroidean, pati seperti glikogen. Dinsing sel disusun oleh selulosa, xilans, beberapa galaktan. Kebanyakan hidup di laut meskipun banyak dijumpai juga spesies yang hidup di air tawar. Sebagai contoh adalah *Gracillaria verrucosa* (Kumar and Singh, 1979).

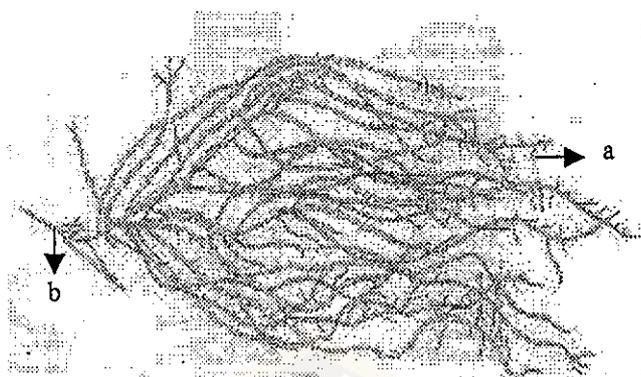
## 2.2 *Gracillaria verrucosa*

Menurut Bold and Wynne (1978), klasifikasi rumput laut jenis *Gracillaria verrucosa* adalah sebagai berikut :

Golongan	: Thallophyta
Divisi	: Rhodophyta
Klas	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinales
Famili	: Gracillariaceae
Genus	: Gracillaria
Spesies	: <i>Gracillaria verrucosa</i>

*Gracillaria verrucosa* merupakan salah satu jenis rumput laut yang mempunyai batang daun semu sehingga dimasukkan dalam golongan Thallophyta. Talus dari *Gracillaria verrucosa* tersusun oleh jaringan yang kuat,

warna merah ungu kehijau-hijauan, bercabang-cabang mencapai tinggi 1-3 dm dengan garis tengah cabang antara 0,5-2,0 mm. Percabangan “alternate”, kadang-kadang hampir dikotom dengan perulangan lateral. Bentuk cabang silindris dan meruncing di ujung cabang (Irvine and Price, 1978).



Gambar 01 : Bentuk morfologi *Gracillaria verrucosa* (Anonim, 2001)

Keterangan :

- a. Thallus
- b. Alat pelekat (Holdfast)

Pertumbuhan rumput laut jenis *Gracillaria verrucosa* akan semakin baik bila perairan semakin terang, untuk pertumbuhan maksimal *Gracillaria verrucosa* membutuhkan intensitas cahaya 500 lux (Sulistijo, 1988) dan kedalaman optimum 0,5 m (Kadi dan Atmaja, 1988).

*Gracillaria verrucosa* banyak dijumpai di perairan tropis sampai subtropik dan kurang dari seratus spesies dari jenis ini hidup di daerah dangkal sampai kedalaman tertentu yang masih dapat dicapai cahaya matahari. Beberapa jenis spesies *Gracillaria verrucosa* terdapat hampir di seluruh pantai di Indonesia (Sulistijo, 1988).

*Gracillaria verrucosa* hidup sebagai fitobentos, melekat pada substrat dengan holdfast. Substrat yang baik untuk pertumbuhannya adalah batu-batuan, karang yang mati, kayu, kulit kerang atau hidup menempel dengan alga lainnya (Bold and Wynne, 1978).

## 2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan mikroalga dan makroalga

### 2.3.1 Faktor kimia

Faktor-faktor kimia yang berpengaruh terhadap kehidupan alga yaitu :

#### 1 Oksigen terlarut (DO)

Oksigen di perairan merupakan komponen yang penting di dalam proses metabolisme makhluk hidup. Masuknya  $O_2$  kedalam perairan terutama melalui difusi langsung dari atmosfer dan juga berupa produk fotosintesis oleh fitoplankton (Barnes dan Mann, 1980). Kelarutan  $O_2$  akan berkurang dengan naiknya temperatur. Jumlah oksigen terlarut akan bervariasi dengan perubahan parameter tersebut. Kandungan oksigen terlarut juga dipengaruhi proses penguraian bahan organik, proses respirasi dan proses reduksi di dasar perairan (Nybakken, 1992).

#### 2. $CO_2$ , Alkalinitas dan pH

Ketersediaan  $CO_2$  di perairan merupakan hal yang sangat penting, karena  $CO_2$  merupakan bahan dasar fotosintesis disamping  $H_2O$  bagi fitoplankton. Karbondioksida mutlak harus ada dan tersedia dalam jumlah cukup. Jumlah  $CO_2$  yang tinggi akan memacu fitoplankton melakukan fotosintesis sehingga kadar  $O_2$  meningkat (Nybakken, 1992). Banyaknya asam yang dibutuhkan untuk membebaskan  $CO_2$  adalah ukuran alkalinitas air.  $H_2CO_3$  yang berdisosiasi

membebasakan ion hydrogen sehingga menyebabkan perubahan pH, ukuran yang menyatakan keasaman suatu cairan (Sumich, 1990).

Lebih banyak ion hidrogen berarti lebih asam suatu larutan dan lebih sedikit ion hidrogen berarti lebih basa larutan tersebut. Kehadiran CO<sub>2</sub> dan sifat basa yang kuat dari ion natrium, kalium dan kalsium dalam air laut cenderung mengubah pH sehingga bervariasi dari 7,5 sampai 8,4. Sistem karbondioksida – asam karbonat – bikarbonat berfungsi sebagai buffer yang dapat tetap mempertahankan pH air laut dalam suatu kisaran yang sempit (Nybakken, 1992).

### 3. Salinitas

Salinitas merupakan faktor yang penting bagi kehidupan fitoplankton terutama dalam hubungannya dengan keseimbangan tekanan osmotik organisme tersebut dengan medium air sekelilingnya. Salinitas yang ideal bagi pertumbuhan fitoplankton 25 – 35 ppm. Setiap spesies mempunyai toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas. Hal ini dipengaruhi oleh cara adaptasi dalam pengendalian tekanan osmotik (Nybakken, 1992).

*Gracillaria verrucosa* bersifat eurihalin, hidup dengan kisaran salinitas yang lebar dan mampu tumbuh di perairan payau. Pada musim kemarau, di perairan banyak terjadi evaporasi sehingga mampu menaikkan salinitas sampai 35 per mil dan saat musim hujan atau basah mampu menurunkan salinitas sampai 8 per mil, yang masih memungkinkan *Gracillaria verrucosa* hidup dan tumbuh (Trono, 1988).

#### 4. Unsur hara

Unsur hara merupakan syarat penting bagi kehidupan alga. Secara umum alga membutuhkan unsur makro seperti C, H, N, S, P, K, Ca, Fe dan Mg serta unsur mikro seperti Mn, Bo, Cu, Zn dan Ca. Unsur hara makro diperlukan dalam jumlah yang cukup besar sedangkan unsur mikro hanya diperlukan dalam jumlah kecil. Walaupun jumlah yang diperlukan dalam jumlah sedikit keberadaan unsur hara mikro ini tetap berpengaruh pada kehidupan alga, sehingga unsur hara merupakan faktor pembatas pertumbuhan (Sachlan, 1982). Zat hara hanya dapat dimanfaatkan pada zona fotik. Dengan demikian terdapat persediaan zat hara di dalam masa air di bawah zona fotik (Nybakken, 1992).

#### 2.3.2 Faktor fisik

Selain faktor kimia juga terdapat faktor-faktor fisik yang berpengaruh terhadap proses fotosintesa, faktor-faktor tersebut antara lain :

##### 1. Kedalaman

Kedalaman berkaitan dengan penetrasi cahaya. Semakin dalam perairan semakin kecil intensitas cahaya mampu menembus, sampai kedalaman penetrasi cahaya di dalam perairan dimana masih berlangsungnya proses fotosintesis fitoplankton, tergantung beberapa faktor antara lain absorpsi cahaya oleh air, panjang gelombang yang mencapai permukaan air, musim dan lintang geografi (Nybakken, 1992).

##### 2. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting pada kehidupan fitoplankton. Secara langsung suhu mempengaruhi laju metabolisme pada

organisme, ukuran individu dan keanekaragaman jenis pada komunitas. Secara tidak langsung suhu yang terlalu ekstrim akan merusak kondisi tubuh fitoplankton sehingga mengganggu proses-proses dalam tubuh termasuk fotosintesis. Seringkali pada perairan subtropik atau yang lebih dingin terjadi pencampuran air karena pecahnya lapisan termoklin. Hal ini membawa fitoplankton ke arah air yang dalam sehingga tidak mampu membawa unsur hara ke lapisan air yang lebih tinggi atau zona eutrofik (Hutabarat dan Evans, 1984). *Gracillaria verrucosa* dapat tumbuh baik pada suhu 5 – 30 °C (Ismail, 1974). Pada suhu yang terlalu rendah maka akan mematikan *Gracillaria verrucosa* (Trono, 1988).

### 3. Cahaya

Cahaya merupakan sumber energi utama terutama pada proses fotosintesis, sehingga keberadaannya sangat diperlukan (Payne, 1986). Daya tembus cahaya ke perairan mempengaruhi tebalnya zona eufotik. Semakin dalam penetrasi cahaya, semakin dalam pula zona eufotiknya sehingga memungkinkan produktivitas perairan juga semakin besar (Kennish, 1990).

Bagi fitoplankton ketersediaan cahaya merupakan masalah yang cukup besar jika dibandingkan dengan tumbuhan terestrial. Tidak seperti cahaya di udara, cahaya yang masuk ke perairan akan mengalami penyerapan dan pemantulan oleh air. Disamping itu tidak semua panjang gelombang mampu masuk ke kedalaman yang sama (Brower *et al*, 1990).

Salah satu pembatas masuknya cahaya ke badan perairan adalah kekeruhan air. Kekeruhan ini antara lain disebabkan oleh partikel-partikel melayang yang membatasi penetrasi cahaya sehingga fitoplankton harus berkompetisi dengan

partikel-partikel ini untuk mendapatkan cahaya. Kompetisi ini akan menjadi pembatas bagi efektivitas fotosintesis. Namun tidak selamanya kekeruhan ini merugikan. Secara umum kekeruhan oleh sedimen merupakan faktor pembatas bagi perkembangan fitoplankton akan tetapi jika kekeruhan ini karena adanya jasad-jasad hidup (fitoplankton dan zooplankton) maka kekeruhan air mencerminkan produktivitas (Odum, 1993).

Cahaya merupakan sumber energi bagi kehidupan rumput laut untuk melakukan fotosintesis (Dewes, 1981). Beberapa alga mempunyai toleransi yang tertentu terhadap penetrasi cahaya. Pada alga intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan menyebabkan pemucatan dan terjadi penghentian pertumbuhan pada intensitas cahaya yang terlalu rendah.

#### 4. Turbulensi

Turbulensi dapat diartikan perputaran air yang akan menyebabkan pertukaran air di lapisan atas dengan lapisan bawah. Turbulensi adalah fenomena yang dapat diamati dari gerakan atau arus yang berputar. Dengan adanya turbulensi akan membantu terangkatnya unsur hara dari dasar perairan. Namun kadang-kadang justru turbulensi ini membawa fitoplankton ke dasar perairan ke kondisi afotik. Selain itu turbulensi juga membawa sedimen ke permukaan sehingga penetrasi cahaya menjadi berkurang. Hal ini kan menjadi faktor pembatas proses fotosintesis (Barnes dan Mann, 1986). Keadaan arus dan turbulensi di perairan terbuka seperti sungai menyebabkan produktivitasnya rendah jika dibandingkan dengan perairan tertutup seperti danau dan laut (Payne, 1986).

### 2.3.3 Faktor biologi

Faktor-faktor biologi yang ada meliputi :

#### 1. *Penaeus monodon* di Tambak

Dalam pengolahan usaha tambak yang utama dibudidayakan adalah *Peaeus monodon*. Hal ini karena jenis udang ini dapat mencapai ukuran yang besar yaitu 80-100 g/ekor selama 5-6 bulan dan mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap perubahan lingkungan (Murtidjo, 1988).

Benih *Penaeus monodon* sangat tahan terhadap perubahan salinitas (euryhalin), sehingga memungkinkan untuk dipelihara dengan berbagai tingkat salinitas. Selain tahan terhadap salinitas *Penaeus monodon* tahan terhadap perubahan suhu (eurythermal) yaitu 22-31 °C (Murtidjo, 1988).

Secara alami pemilihan makanan tergantung pada umur *Penaeus monodon*. Pada fase zoea mereka mulai mencari makan yaitu fitoplankton yang antara lain *Skeletonema* sp, *Navicula* sp, *Amphora* sp, dan dari kelompok Dinoflagelata. Setelah menjadi juvenil *Penaeus monodon* memakan Diatomae dan Chyanophyceae yang hidup di dasar perairan (Mujiman dan Suyanto, 1989).

*Penaeus monodon* merupakan binatang yang aktif mencari makan pada waktu malam. Pada waktu siang hewan ini lebih suka beristirahat dengan membenamkan diri di dalam lumpur dan menempel pada benda yang terbenam dalam air (Mujiman dan Suyanto, 1989).

#### 2. Grazzing (perumputan)

Fitoplankton dikontrol juga oleh adanya perumputan dari zooplankton maupun konsumen yang lain misalnya udang dan ikan, dimana hal ini akan

mempengaruhi struktur alga (Capblancq and Catalan, 1994) dan ukuran fitoplankton (Sommer, 1985). Pemangsaan yang selektif oleh populasi zooplankton mengatur komposisi komunitas fitoplankton (Kennish, 1990).

#### **2.4 Asosiasi makroalga dengan fitoplankton**

Kelompok alga yang mikroskopis ada yang berbentuk bentik maupun planktonik dan mampu melakukan fotosintesis. Kelompok mikroalga planktonik disebut fitoplankton, penghasil makanan yang paling dasar pada jaring-jaring makanan pada habitat perairan. Organisme ini memberikan bahan-bahan organik dan oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme yang hidup di habitat perairan (Smith, 1951).

Makroalga biasanya berfungsi sebagai substrat bagi mikroalga epifitik, untuk mendapatkan cahaya yang cukup untuk proses fotosintesa sehingga umumnya lebih banyak dijumpai mikroalga di bagian atas permukaan makroalga (Bold and Wynne, 1978).

#### **2.5 Eutrofikasi**

Eutrofikasi merupakan pengkayaan nutrien yang diikuti dengan kecepatan pertumbuhan dan multiplikasi tanaman akuatik yang ada di permukaan serta fitoplankton. Di permukaan fitoplankton tumbuh dengan cepat sehingga kandungan oksigen terlarutnya tinggi oleh adanya proses fotosintesis fitoplankton, namun oksigen mengalami penurunan pada dasar perairan karena oksigen dikonsumsi oleh dekomposer untuk menguraikan bahan organik yang terakumulasi di dasar perairan (Ravera, 1979).

Akibat dari kombinasi cahaya dan nutrisi yang berlebihan umumnya akan menyebabkan blooming fitoplankton, dimana fitoplankton mengalami kelimpahan demikian hanya pada perairan yang kaya nutrisi. Kematian fitoplankton secara melimpah akan menaikkan akumulasi bahan organik di perairan yang akan mendorong aktivitas dekomposer sehingga akan meningkatkan penggunaan oksigen yang terbuang. Kondisi ini yang mengancam kehidupan organisme lain yang ada di lingkungan tersebut seperti ikan ataupun udang (Wright, 1993).

