

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Karakteristik Diatom

Diatom merupakan nama lain dari Divisi Bacillariophyta. Diatom adalah organisme uniseluler yang hidup soliter atau berkoloni dengan ukuran 10 sampai 200 mikron. Berdasarkan sifat hidupnya, diatom dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok diatom yang dapat hidup melayang-layang di perairan (bersifat planktonik) dan kelompok diatom yang hidup melekat pada tanaman, batu, dan terdapat pada permukaan sedimen (bersifat bentonik) (Bold dan Wynne, 1985).

Berdasarkan tempat hidupnya, diatom bentonik dapat dipisahkan menjadi:

1. Diatom epifitik

Merupakan kelompok diatom bentik yang hidup melekat pada tumbuhan.

2. Diatom epilitik

Merupakan kelompok diatom bentik yang hidup melekat pada substrat yang keras atau batu.

3. Diatom epipelik

Merupakan kelompok diatom yang hidup pada permukaan substrat dasar perairan maupun pada permukaan sedimen atau hidup melekat pada partikel lunak seperti lumpur atau pasir halus.

4. Diatom epizoik

Merupakan kelompok diatom bentik yang hidup melekat pada organisme lain atau hewan lain (Bold dan Wyne, 1985, Round, 1985).

Ciri spesifik yang dimiliki oleh diatom yaitu mempunyai struktur dinding sel dengan bahan dasar silika dan pektin (Sumich, 1992). Menurut Webber dan

Thurman (1991), struktur dinding sel diatom terdiri dari dua katup yaitu katup yang lebih besar disebut epiteka dan katup yang lebih kecil disebut hipoteka. Struktur dinding sel ini menyerupai cawan petri dimana epiteka berfungsi sebagai tutup dan hipoteka berfungsi sebagai alasnya atau wadah.

Struktur cangkang diatom mempunyai ornamen yang spesifik pada masing-masing species sehingga digunakan sebagai dasar klasifikasinya. Pigmen utama diatom terdiri dari klorofil a, klorofil c, fikoxanthin, beta-karoten, diadinoxanthin dan diatoxanthin dengan cadangan makanan berupa minyak dan chrysolaminarin (Stransky dan Hager 1970 dalam Jorgensen, 1977). Di samping itu, ciri lain yang dimiliki oleh diatom sehingga berbeda dari kelompok yang lain yaitu adanya pengurangan ukuran pada tubuhnya yang terjadi pada saat pembelahan vegetatif dan pengurangan ukuran tubuhnya ini dapat menguntungkan diatom dalam kelangsungan hidupnya terutama dalam hal kompetisi pakan, cahaya dan habitat hidupnya (Kumar dan Singh, 1976).

Ukuran tubuh diatom dapat dikembalikan ke ukuran semula melalui perkembangbiakan seksual dengan pembentukan auxospora. Pertama-tama inti akan mengalami pembelahan meiosis membentuk 4 sel anak yang berinti haploid. Ketiga inti yang ada lalu mengalami degenerasi. Gamet terbentuk dengan satu inti haploid pada tiap dinding sel sehingga gamet inilah yang nantinya akan berkonjugasi membentuk zygote dan akan berkembang menjadi auxospora. Ada 2 mekanisme dalam pembentukan auxospora, yaitu sebagai berikut :

1. Isogami, dimana zygote terjadi dari konjugasi dua buah gamet amuboid.

Mekanisme ini terjadi pada ordo Pennales, contohnya pada *Gomphonema parvulum*. Tetapi adakalanya mekanisme yang terjadi adalah anisogami yaitu

dua buah gamet yang berkonjugasi mempunyai sifat yang tidak sama, dimana gamet yang satu bersifat mobil dan yang lainnya non-mobil, contohnya pada *Cymbella lanceolata*.

2. Oogami, dimana zygote terjadi dari pertemuan sperma berflagella dan sel telur yang non motil. Mekanisme ini terjadi pada ordo Centrales (Chapman dan Chapman, 1973; Kumar dan Singh, 1976).

Berdasarkan simetrinya, struktur cangkang diatom dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

1. Diatom Centrik (Centrales)

Merupakan kelompok diatom yang mempunyai susunan simetris radial dan pada umumnya mempunyai bentuk bulat, silindris atau segitiga. Kebanyakan kelompok ini bersifat planktonik. Klasifikasi lebih jauh dari ordo ini didasarkan ada tidaknya rambut (bristle) dan tanduk (horn) pada permukaan cangkang.

2. Diatom Pennate (Pennales)

Merupakan kelompok diatom yang mempunyai susunan simetris bilateral atau asimetri dan pada umumnya mempunyai bentuk sel memanjang. Kebanyakan kelompok ini bersifat bentonik. Klasifikasi lebih jauh ordo ini didasarkan pada jumlah, bentuk dan ada tidaknya raphe pada permukaan cangkangnya (Kumar dan Singh, 1976; Webber dan Thurman, 1991; Sumich, 1992).

Diatom pennate pada lapisan substrat mempunyai kemampuan bergerak atau berpindah tempat. Hal ini disebabkan oleh adanya struktur yang disebut

rhape yaitu struktur yang membujur yang homogen atau dapat berlubang-lubang kecil. Dinding sel diatom pennate dapat mensekresikan lapisan mucilagenous ke permukaan substrat sehingga diatom dapat berpindah tempat (Sumich, 1992; Sze, 1993).

## 2.2. Komunitas Diatom Epipelik

Menurut Round (1987), komunitas diatom epipelik didominasi oleh genus : *Caloneis*, *Diploneis*, *Fragilaria*, *Frustulia*, *Gyrosigma*, *Cymatopleura*, *Navicula*, *Neidium*, *Pinnularia*, *Nitzschia*, *Stauroneis* dan *Surirella*. Beberapa species lain yang umum mendominasi pada komunitas ini antara lain : *Diatome vulgare*, *Diatome hiemale*, *Achnanthes sp*, *Cocconeis sp*, *Synedra sp* dan beberapa species *Ghomponema sp* dan *Cymbella sp* (Reynolds, 1993).

Charles (1994) menerangkan bahwa diatom dapat digunakan sebagai indikator perubahan keasaman, salinitas, akumulasi logam berat, sedimentasi, atau aktivitas antropogenik (manusia). Diatom epipelik mempunyai kelebihan yang berkaitan dengan fungsinya sebagai bioindikator lingkungan, yaitu (Round, 1987; Prygiel dan Coste, 1993; Charles, 1994) :

1. sebagai produsen primer sehingga berperan penting dalam rantai makanan di ekosistem perairan dimana diatom merupakan makanan utama bagi beberapa jenis zooplankton.
2. mempunyai sensitivitas yang lebih tinggi terhadap polutan sehingga mempunyai keanekaragaman jenis yang cukup besar.
3. mempunyai distribusi yang tersebar luas atau bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan diberbagai jenis perairan.

4. dengan ukuran yang kecil maka jumlah individu yang ditemukan lebih banyak dibanding dengan makroorganisme yang hidup pada habitat yang sama dalam tiap satuan luas.
5. siklus hidupnya singkat sehingga mampu merespon dengan cepat perubahan yang terjadi ditingkat komunitas.

## 2.3. Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Komunitas Diatom

### 2.3.1. Temperatur

Temperatur dapat mempengaruhi kehidupan diatom baik secara langsung atau tidak langsung, karena temperatur berhubungan dengan intensitas cahaya yang masuk ke perairan. Semakin banyak intensitas cahaya yang masuk, maka semakin tinggi temperatur perairan tersebut. Menurut Stockner (1967) dalam Patrick (1977) beberapa diatom dapat hidup pada temperatur yang sangat tinggi, tetapi kebanyakan diatom hidup pada temperatur dibawah  $30^{\circ}\text{C}$ . Sournia (1978) menjelaskan bahwa diatom hidup baik pada kisaran temperatur  $20 - 27^{\circ}\text{C}$ , tetapi beberapa species ditemukan hidup dibawah kisaran temperatur tersebut, misalnya *Pinnularia viridis* dapat hidup pada temperatur  $15^{\circ}\text{C}$ , sedangkan *Meridian circulare* hidup pada kisaran temperatur  $5 - 10^{\circ}\text{C}$  dan *Sirirella ovata* hidup pada temperatur  $10 - 12,6^{\circ}\text{C}$ . Menurut Barker (1955) dalam Round (1987) *Nitzschia palea* dapat hidup pada temperatur  $33^{\circ}\text{C}$  tapi pada temperatur  $40^{\circ}\text{C}$  pertumbuhannya akan menurun. Pertumbuhan *Nitzschia linearis* akan terhambat pada temperatur  $30^{\circ}\text{C}$  dan *Nitzschia filiformis* pada temperatur  $34^{\circ}\text{C}$  (Wallace, 1955 dalam Reynolds, 1993). Sebaliknya *Gomphonema parvulum* dapat hidup pada kisaran temperatur  $34^{\circ}\text{C}$ , meskipun susunan selnya tidak

sebesar jika hidup pada kisaran temperatur 20° C. *Melosira islandica* dapat hidup pada kisaran temperatur 5° C, 10° C dan 20° C, tapi walaupun dapat hidup pada kisaran temperatur 20° C namun tidak dapat mempertahankan pertumbuhannya untuk waktu yang lama (Round, 1987).

### 2.3.2. Arus

Menurut Tait (1981) kecepatan arus berpengaruh pada sedimentasi, akumulasi bahan organik dan anorganik, logam berat, senyawa-senyawa toksik, penyebaran organisme, kelarutan gas di perairan dan bentuk substrat. Semakin cepat arus di suatu perairan maka semakin kasar tekstur sedimen karena partikel yang halus terbawa oleh arus ke tempat yang lain sehingga yang tertinggal hanya partikel yang kasar. Pada umumnya perairan yang mempunyai arus tenang bertipe substrat lunak karena adanya endapan partikel yang terbawa arus ke daerah tersebut.

Adanya kecepatan arus mempengaruhi kandungan nutrisi di dalam perairan sehingga dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup didalamnya termasuk diatom. Menurut Hustead (1939) dalam Patrick (1977), diatom akan berubah bentuk berdasarkan kecepatan arus. *Desmogonium rabenhorstianum* mempunyai bentuk yang lebih kecil dan lebih tipis pada air yang mengalir cepat daripada *D. rabenhorstianum* yang hidup pada air yang mengalir lambat.

### 2.3.3. Cahaya

Menurut Chandler (1942) dalam Patrick (1977), cahaya merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan diatom karena besarnya penetrasi cahaya mempengaruhi lama hidup phytoplankton. Lamanya penyinaran dan besarnya cahaya yang diperlukan untuk pertumbuhan diatom yang optimum tergantung pada species. Koorders (1901) dalam Patrick (1977) menyebutkan bahwa species yang dapat hidup pada intensitas cahaya yang rendah adalah *Melosira roeseana* dan beberapa species dari genera *Campylodiscus* dan *Surirella*. Menurut Lund (1954) dalam Boney (1983), *Melosira italica* dapat hidup pada intensitas cahaya dan temperatur yang rendah, sedangkan *Asterionella formosa* dapat hidup pada intensitas cahaya yang tinggi tapi pada temperatur yang tinggi. Reynolds (1993) menyebutkan bahwa komunitas diatom epipelik dapat hidup dengan baik pada permukaan sedimen yang mendapatkan intensitas cahaya yang cukup untuk proses fotosintesisnya.

### 2.3.4. Kekeruhan dan Kedalaman

Menurut Chandler (1942) dalam Patrick (1977) kekeruhan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan diatom karena kekeruhan air dianggap sebagai indikator kemampuan cahaya untuk dapat masuk ke dalam perairan tersebut. Semakin dalam kemampuan cahaya dapat masuk ke dalam air maka semakin besar kesempatan bagi organisme autotrof untuk melakukan fotosintesis termasuk diatom epipelik.

Kekeruhan air tergantung pada lumpur, konsentrasi plankton, kandungan organik dan anorganik perairan tersebut. Menurut Odum (1993), kekeruhan air

terjadi akibat adanya partikel-partikel tanah liat atau lumpur sehingga sering merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan komunitas diatom dalam suatu perairan, karena dapat menghalangi penetrasi cahaya di dalam perairan.

#### 2.3.5. Oksigen Terlarut

Menurut Patrick (1977) oksigen terlarut merupakan salah satu faktor penting dalam setiap perairan. Sumber utama oksigen terlarut berasal dari atmosfer dan fotosintesis dari tumbuhan hijau. Schoeman (1973) dalam Round (1987) mengatakan bahwa *Navicula seminulum*, *Nitzschia amphibia*, dan *Navicula formalis* dapat hidup pada kadar oksigen terlarut yang rendah. Sedangkan Kolbe (1932) dalam Patrick (1977) menemukan bahwa *Caloneis permagna* juga dapat hidup di sedimen dengan kandungan oksigen terlarut yang rendah. Diatom dapat hidup di dalam perairan pada tingkat kelarutan oksigen antara 7 - 12 mg/L. Tapi ada beberapa jenis diatom yang mampu hidup pada perairan dengan tingkat kelarutan oksigen dibawah 6,5 mg/L sehingga dapat dijadikan sebagai indikator perairan tercemar (Reynolds, 1993). Kandungan oksigen terlarut dalam perairan dapat dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur maka semakin rendah kandungan oksigen terlarut dalam perairan, dan sebaliknya jika temperatur rendah maka oksigen terlarut dalam perairan meningkat. Selain faktor temperatur, kadar oksigen terlarut dalam perairan juga dapat mengalami penurunan bila terjadi kegiatan mikroba yang berlebihan (Boney, 1983).

### 2.3.6. pH

Perubahan pH di suatu perairan sangat penting diketahui, karena sebagian organisme akuatik termasuk diatom beradaptasi pada suatu nilai pH tertentu dan tidak mampu menahan perubahan pH yang mendadak. Bila terjadi penurunan pH maka menyebabkan populasi beberapa species diatom menurun (Patrick, 1977).

Vos dan Wolf (1993) mengklasifikasikan diatom berdasarkan toleransi pH yaitu:

1. Alkalibiontic, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada kisaran pH 7-11. Contohnya : *Diatoma vulgare*, *Ephitemia sp*, *Melosira meniliformis*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula pigmea*, *Stephanodiscus astrea*, *Rhopalodia gibba*.
2. Alkaliphilous, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada kisaran pH lebih dari 11. Contohnya : *Fragilaria inflata*, *Synedra pulchela*, *Cocconeis pediculus*, *Navicula miniona*, *Amphora ovalis*, *Surirella ovata*, *Navicula rostellata*, *Gyrosigma spenceri*.
3. Acidophilous, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada kisaran pH kurang dari 4. Contohnya : *Eunotia poludosa* dan *Eunotia veneris*.
4. Acidobiontic, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada kisaran pH 4-7. Contohnya : *Pinnularia subcapitata* dan *Eunotia exigua*.

### 2.3.7. Salinitas

Setiap species mempunyai toleransi yang berbeda terhadap salinitas, tergantung cara adaptasinya. Berdasarkan toleransinya terhadap salinitas, diatom dapat dikelompokkan menjadi :

1. Polyhalobous, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada salinitas lebih dari 30 ‰. Contohnya : *Navicula abrupta*, *Navicula concellata*, *Navicula crucifera*, *Navicula dissipata*, *Odontellarhombus*, *Paralia sulcata*, *Skeletonema costatum*, *Melosira westii*, *Odontella aurita*.
2. Mesohalobous, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada salinitas 0,2 - 30 ‰. Contohnya : *Navicula gracilis*, *Coscinodiscus lacostris*, *Achnanthes brevipes*, *Melosira jurgensii*, *Rhopaloidia gibberula*.
3. Oligohalobous, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup pada salinitas 0 - 0,02 ‰. Contohnya : *Synedra ulna*, *Fragilaria sp*, *Diatoma elongatum*, *Melosira varians*, *Meridion circulare*, *Cocconeis disculus* (Vos dan Wolf, 1993).

Namun beberapa species dapat hidup pada kisaran salinitas dibawah normal, contohnya : *Navicula mutica*, *Navicula utermoehlii*, dan *Nitzschia conspicna* yang hidup pada kisaran salinitas kurang dari 0,1 ‰ sedangkan *Epithemia turgida*, *Nitzschia acicularis*, *Navicula oblonga* dan *Navicula pupula* hidup pada kisaran salinitas 0,1 - 0,5 ‰. Species yang hidup pada kisaran salinitas 0,5 - 1 ‰ adalah *Nitzschia radricula*, *Nitzchia palea*, *Cymbella minuta* dan *Epithemia adnata* (Patrick, 1977, Boney, 1983).

### 2.3.8. Mineral Terlarut

Diatom merupakan organisme autotrof yang membutuhkan nutrien untuk pertumbuhannya. Nutrien ini berupa nitrogen, fosfat, sulphur, magnesium dan sebagainya. Senyawa-senyawa tersebut didapatkan diatom dari perairan tempat hidupnya (Boney 1983; Bold dan Wyne, 1985).

Pertumbuhan dan perkembangan diatom sangat dipengaruhi oleh adanya silika karena silika diperlukan dalam pembentukan dinding sel diatom dimana 60% fraksi anorganiknya terdiri dari silika (Richter, 1906 dalam Werner, 1977; Bold dan Wyne, 1985; Reynolds, 1993). Beberapa species diatom planktonik di air tawar mengandung silika terlarut antara 26 - 63 %. Kandungan silika yang tinggi dapat mempercepat pertumbuhan diatom, contohnya pada species *Tabelaria flocculosa* dan *Fragilaria crontonensis*. Tetapi jika silika berkurang maka proses pertumbuhan diatom di habitat air tawar menjadi terbatas (Lund, 1964 dalam Boney, 1983).

### 2.3.9. Logam Berat

Logam berat merupakan salah satu unsur yang dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme perairan termasuk diatom. Kandungan unsur tersebut dalam jumlah sedikit dapat berguna bagi proses metabolisme organisme perairan tapi jika kandungan logam berat tersebut dalam jumlah banyak, maka bersifat toksik karena berperan sebagai inhibitor enzim (penghambat) dalam proses metabolisme organisme tersebut. Salah satu unsur logam berat yang dapat mempengaruhi pertumbuhan diatom adalah unsur Cu (tembaga). Unsur Cu dalam konsentrasi yang kecil berperan penting untuk proses metabolisme beberapa alga (termasuk diatom). Namun dalam konsentrasi yang tinggi unsur ini dapat bersifat racun bagi alga. Reynolds (1993) menunjukkan bahwa konsentrasi Cu sebesar 0,07 mg /L tidak berpengaruh pada species *Navicula sp.* Spesies-spesies seperti *Fragilaria virescens*, *Synedra ulna*, *Neidium bisulcatum*, *Navicula viridula*, *Cymbella naviculaformis* dan *Gomphonema parvulum* dapat hidup pada

konsentrasi Cu sebesar 1,5 mg/l (Schroeder, 1939 dalam Round 1987). Pada penelitian yang lain juga ditemukan bahwa *Achnanthea affinis*, *Cymbella ventricosa* dan *Nitzschia palea* dapat bertahan hidup pada konsentrasi Cu sebesar 2 mg/l (Reynolds, 1993).

#### 2.3.10. Predasi atau Pemangsaan

Boney (1983) dan Reynolds (1993) mengatakan bahwa predasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan diatom, karena dengan adanya faktor pemangsaan maka predator seperti zooplankton atau ikan maupun moluska kecil dapat memangsa diatom epipelik sehingga dapat mengurangi jumlah dan struktur diatom. *Physa heterostropha* sering memangsa *Achnanthes lanceolata* dan *Cocconeis placentula* sehingga jumlah populasinya menurun (Patrick, 1977). Beberapa protozoa, khususnya yang mempunyai silika, dapat memangsa jenis diatom tertentu sehingga populasinya menjadi menurun. Larva serangga juga dapat memangsa *Rhoicosphenia curvata* sehingga terjadi penurunan populasinya (Patrick, 1970 dalam Sournia, 1978; Reynolds, 1993). Sebaliknya pada jenis diatom yang tidak disukai oleh predator tersebut akan terjadi peningkatan populasi selama kondisi lingkungan mendukung perkembangbiakannya (Nybakken, 1982; Round, 1985).

#### 2.4. Sungai

Sungai ditandai dengan adanya air yang mengalir dari hulu ke hilir, yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia (Patrick, 1977). Menurut Brown (1989) sungai pada umumnya jarang kekurangan nutrisi karena sungai

selalu mendapat suplai nutrisi dari daerah disepanjang alirannya. Adanya arus yang cepat, akan membawa partikel-partikel ke hilir, sehingga yang tertinggal hanya partikel yang berukuran besar dan sedang. Sedangkan perairan yang mempunyai arus tenang umumnya bertipe substrat lunak karena adanya endapan partikel yang terbawa arus ke daerah tersebut (Tait, 1981). Aliran di bagian tepi sungai lebih lambat dibandingkan dengan bagian tengah (Carling, 1992 dalam Soeprbowati *et al*, 1998). Pada musim hujan air sungai terlihat kecoklatan karena banyak partikel tersuspensi yang terbawa masuk dan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena banyaknya alga (Sastrawijaya, 1991).

Menurut Patrick (1977) sungai dengan kondisi perairan dangkal dan tidak terlalu keruh merupakan habitat yang baik untuk pertumbuhan diatom. Diatom yang hidup pada habitat ini berperan penting dalam rantai makanan. Diatom yang hidup di sungai mempunyai strategi perkembangan yang berbeda dengan yang hidup di danau karena harus mampu beradaptasi terhadap aliran air maupun arus (Soeprbowati *et.al*, 1998).