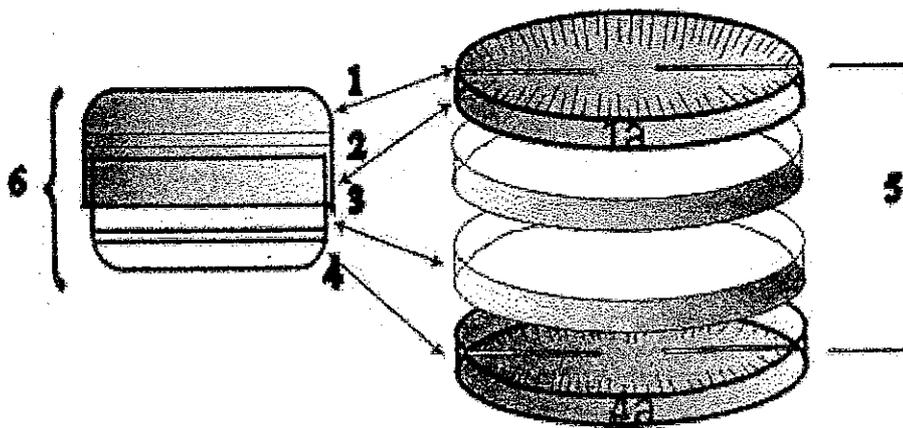


II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Diatom

Diatom merupakan nama lain dari Bacillariophyceae, muncul pertama kali pada periode Cretaceous (\pm 140 juta tahun yang lalu). Kelompok organisme ini bersifat kosmopolit dengan distribusi habitat yang luas sehingga dapat ditemukan baik di perairan tawar, asin maupun diantaranya. Diatom dapat ditemukan dalam bentuk komunitas planktonik maupun benthik, baik secara soliter atau berkoloni (Wetzel, 1983).

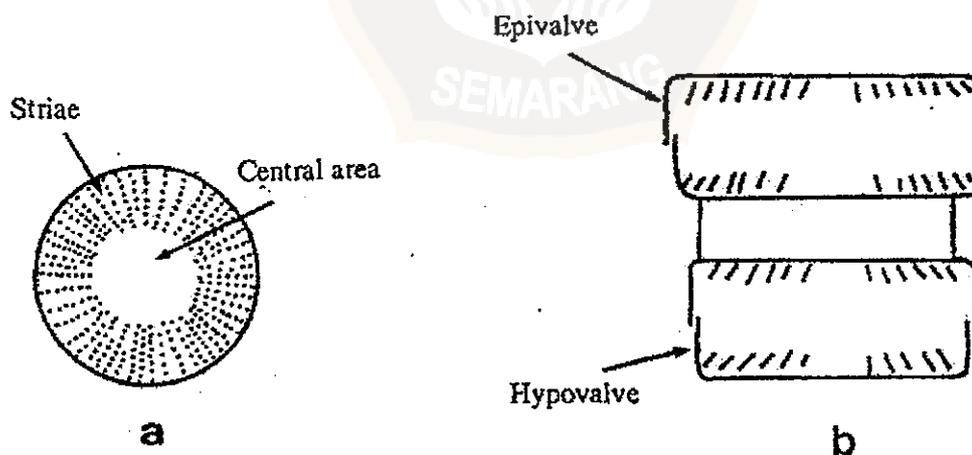
Diatom mempunyai struktur cangkang yang spesifik yang disebut frustula. Frustula sebagian besar terbuat dari bahan pektin dan silika, dengan kandungan silika mencapai 95% dari bahan penyusun. Frustula berbentuk seperti cawan petri dengan bagian tutup disebut epiteka dan bagian alas disebut hipoteka (Kumar dan Singh, 1991). Terdapat dua sudut pandang dalam melukiskan valva diatom, yaitu: (1) pandangan dari sisi valva ("valve view"), bilamana diatom dilihat dari permukaan valva, (2) pandangan dari sisi girdle ("girdle view") bilamana diatom dilihat dari samping, sehingga pita girdle dapat terlihat. Masing - masing frustula mempunyai girdle yang terletak diantara dua valva. Rangka diatom sendiri memiliki ornamen - ornamen yang spesifik pada masing - masing spesies sehingga dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi dalam taksonominya (Kumar dan Singh, 1991). Suatu ornamen yang dimiliki diatom diantaranya adalah raphe. Raphe merupakan suatu lubang yang memanjang dari ujung satu ke ujung sel yang lain, yang dapat mensekresikan lendir dari dalam sel



Gambar 1. Struktur valva diatom.

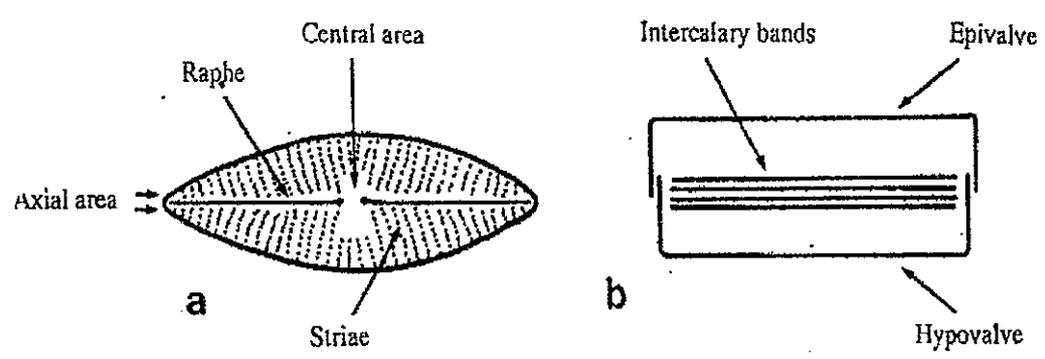
1. Epivalva atau tutup kotak, terdiri dari permukaan valva dan mantel valva yang terletak di bagian bawahnya.
2. Epicingulum, bersama-sama dengan epivalva menyusun epitheka.
3. Hypocingulum, bersama-sama dengan hipovalva menyusun hypotheka.
4. Hypovalva atau alas kotak, terdiri dari permukaan valva dan mantel valva yang terletak di bagian atasnya.
5. Epitheka dan hypotheka bersama-sama menyusun frustule diatom.
6. Keseluruhan frustule, terlihat epicingulum dan hypocingulum yang tumpang tindih.

(Sumber : <http://www.geography.monash.edu.au/~diatom/index.html>)

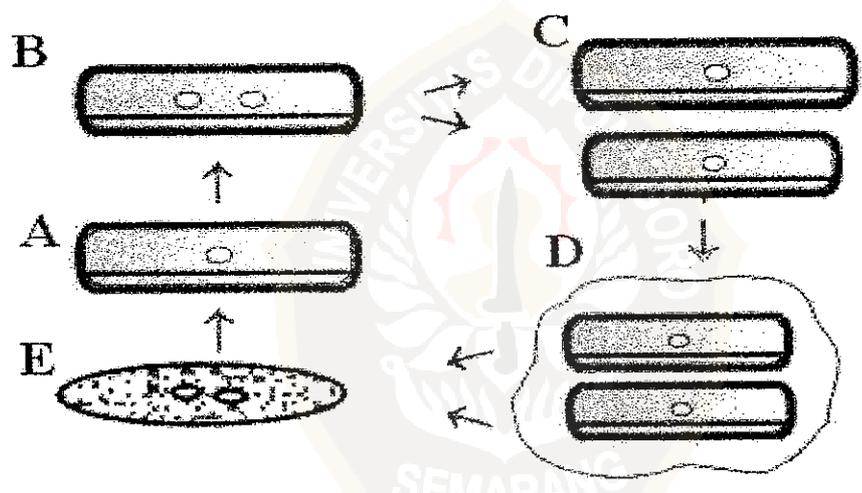


Gambar 2. Skema diatom centrik (Sub Kelas Centrophycidea) (a) pandangan dari sisi valva ; (b) pandangan dari sisi girdle.

(Sumber : Gell *et.al* , 1999)



Gambar 3. Skema diatom pennate (Sub Kelas Pennatophycidea) (a) pandangan dari sisi valva ; (b) pandangan dari sisi girdle.
 (Sumber : Gell *et.al* , 1999)



Gambar 4. Skema reproduksi diatom.

- A = Sel diatom hasil reproduksi seksual
- B = Nukleus terbelah dan sel mengalami reproduksi asexual yang menghasilkan 2 sel anak
- C = Dua sel anakan dengan ukuran yang berbeda
- D = Pembentukan auxospora
- E = Auxospora

(Sumber : <http://www.geography.monash.edu.au/~diatom/index.html>)

Kebanyakan valva diatom tertutup oleh pori-pori kecil yang disebut punctae. Punctae ini biasanya terorganisasi ke dalam bentuk garis-garis menyilang di permukaan valva membentuk striae (Gell *et al*, 1999)

Pada proses reproduksi, tiap diatom membelah menjadi dua. Satu belahan diatom akan menempati epiteka. Belahan yang lain sebagai hipoteka. Kemudian epiteka lama akan membentuk hipoteka baru dan hipoteka lama akan berubah posisi menjadi epiteka dan membentuk hipoteka baru. Karena bagian yang baru ini disekresi dari dalam bagian yang lama, maka setelah berlangsung beberapa generasi, ukuran diatom akan mengecil yang menyebabkan proses fisiologis tidak bisa berlangsung. Dengan demikian ukuran individu-individu dari spesies yang sama tetapi dari generasi yang berlainan akan berbeda (Werner, 1977). Adanya pengurangan tubuh ini menguntungkan diatom dalam kelangsungan hidupnya terutama dalam hal kompetisi pakan, cahaya, dan habitat hidupnya (Round, 1987).

Ukuran sel diatom dapat dikembalikan ke ukuran semula melalui perkembangbiakan seksual, yaitu dengan pembentukan auxospora. Mula-mula inti akan mengalami pembelahan meiosis membentuk 4 sel anakan yang berinti haploid. Ketiga inti yang ada lalu mengalami degenerasi. Gamet terbentuk dengan satu inti haploid pada tiap frustula. Gamet inilah yang nantinya akan berkonjugasi membentuk zygote dan akan berkembang menjadi auxospora. Ada dua mekanisme dalam pembentukan auxospora, yaitu :

- a. isogami, zygote terjadi dari konjugasi dua buah gamet amuboid.

Mekanisme ini terjadi pada sub kelas Pennatophycidea, contohnya pada

Gomphonema parvulum. Namun adakalanya mekanisme yang terjadi adalah anisogami, dimana dua buah gamet yang berkonjugasi memiliki sifat yang tidak sama. Gamet yang satu bersifat motil dan yang lainnya non-motil, contohnya pada *Cymbella lanceolata*.

- b. Oogami, zygote terjadi dari pertemuan sperma berflagella dan sel telur yang non motil. Mekanisme ini terjadi pada ordo Centrales (Kumar dan Singh, 1976).

Dilihat dari kesimetrisannya, diatom terbagi menjadi 2 sub kelas, yaitu :

1. Diatom centrik (*Centrophycidea*), yaitu kelompok diatom yang memiliki susunan simetri radial. Kelompok ini umumnya berbentuk bulat, kubus, silinder atau segitiga (Werner, 1977; Bourelly, 1981). Klasifikasi lebih jauh dari sub kelas ini didasarkan pada ada atau tidaknya rambut (*bristle*) dan tanduk (*horn*) pada permukaan cangkang (Kumar dan Singh, 1976).
2. Diatom pennate (*Pennatophycidea*), yaitu kelompok diatom yang memiliki simetri bilateral atau asimetris. Kelompok ini umumnya memiliki bentuk sel memanjang sehingga terlihat seperti perahu atau cerutu. Sebagian besar diatom benthik termasuk dalam kelompok ini (Bourelly, 1981; Round, 1985). Klasifikasi sub kelas ini berdasarkan pada jumlah, bentuk, dan ada tidaknya raphe pada permukaan cangkangnya (Kumar dan Singh, 1976). Walaupun bersifat terbatas, pergerakan diatom pennate pada lapisan substrat lebih motil dibandingkan dengan pergerakan diatom centrik. Hal ini disebabkan oleh adanya struktur yang disebut raphe pada diatom pennate yang dapat

mensekresikan lapisan mucilaginous ke permukaan substrat sehingga diatom dapat berpindah tempat (Sze, 1993).

Sel diatom memiliki inti dan kromatofor berwarna kuning coklat yang mengandung klorofil-a, karotin, xantofil, dan karotinoid lainnya yang sangat menyerupai fikoxantin. Cadangan makanan diatom berupa tetes-tetes minyak dalam plasma (sering dalam vakuola) dan chrysolaminarin (Philipsze, 1986).

Diatom berperan penting dalam ekosistem perairan. Kelompok organisme ini berperan penting dalam transfer makanan dan energi dalam kehidupan perairan, karena merupakan salah satu produsen utama dalam jaring-jaring makanan di ekosistem perairan. Diatom merupakan makanan utama bagi beberapa jenis zooplankton (Round, 1985). Perubahan kondisi lingkungan yang menjadi habitat hidup diatom dapat berpengaruh positif atau negatif terhadap struktur komunitasnya. Bila berpengaruh positif maka indeks keanekaragaman diatom akan naik, sebaliknya bila berpengaruh negatif maka indeks keanekaragaman diatom akan turun (Archibald, 1971).

Diatom mampu memonitor lingkungan secara kontinyu sebagai respon mereka terhadap perubahan kualitas perairan karena diatom mengintegrasikan efek sifat fisik dan kimia perairan dalam waktu yang relatif singkat. Diatom bisa memberikan informasi tentang pH dan alkalinitas, status nutrisi, dan salinitas (Engstrom, 1985). Karakter ini telah dipergunakan untuk merekonstruksi kondisi lingkungan akuatik pada masa lalu, memprediksi kondisi perairan pada masa mendatang, menentukan kualitas perairan (Soeprbowati dkk, 1998), serta mampu menjelaskan proses gempa

bumi dan tsunami 300 tahun yang lalu di selatan pantai Washington (Hemphill-Haley, 1995).

B. Faktor-Faktor Pembatas Kehidupan Diatom Benthik

Faktor yang mempengaruhi komunitas diatom ada tiga, yaitu : faktor fisik antara lain suhu, turbiditas, dan intensitas cahaya; faktor kimia yang berpengaruh diantaranya oksigen terlarut, pH, CO₂, dan nutrisi; faktor biologi seperti simbiosis, perumputan ("grazing"), dan kompetisi juga mempengaruhi diatom benthik.

B.1. Faktor Fisik Perairan

B.1.1. Suhu

Suhu merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme di perairan. Dalam kehidupan diatom benthik perubahan suhu akan mempengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan organisme tersebut. Suhu pada danau alami bervariasi tergantung pada lokasi. Kemelimpahan diatom umumnya akan bertambah pada kisaran suhu yang optimum (Werner, 1977).

Menurut Rahman (1995), hasil penghitungan rata-rata suhu di Danau Rawa Pening pada bulan November 1994 hingga Januari 1995 berkisar antara 27,40 °C – 30,70 °C, sedangkan dari penelitian Afiati (1999), suhu di Danau Rawa Pening ini berkisar antara 23,0 °C - 25,8 °C. Philipsze (1986) menyatakan bahwa golongan diatom tumbuh baik pada kisaran suhu antara 15 °C sampai 27 °C.

B.1.2. Turbiditas

Salah satu faktor penting bagi pertumbuhan diatom adalah turbiditas. Turbiditas dapat menurunkan keanekaragaman diatom melalui penghambatan penetrasi cahaya. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan cahaya untuk masuk ke dalam perairan bila turbiditas di dalam suatu perairan meningkat sehingga akan mempengaruhi aktivitas fotosintesis di dalam perairan tersebut (Werner, 1977). Turbiditas yang disebabkan oleh partikel halus dan detritus seringkali merupakan faktor pembatas. Sebaliknya jika turbiditas disebabkan oleh organisme, turbiditas merupakan indikator produktivitas (Odum, 1993).

B.1.3. Cahaya

Sebagai organisme autotrof, diatom benthik sangat tergantung pada penetrasi cahaya dalam perairan. Penetrasi cahaya sendiri sangat tergantung pada kejernihan badan air dan kejernihan tergantung pada konsentrasi plankton, lumpur, kandungan bahan organik dan anorganik di perairan. Komunitas diatom benthik dapat tumbuh baik pada permukaan sedimen yang mendapat intensitas cahaya yang cukup bagi proses fotosintesisnya (Brotowidjoyo, 1995).

B.2. Faktor Kimia Perairan

B.2.1. Oksigen Terlarut

Oksigen dan karbon dioksida dibutuhkan diatom benthik untuk mencukupi kebutuhannya dalam respirasi dan fotosintesis. Suplai terbesar dari kebutuhan O_2 perairan didapatkan dengan cara difusi dari

atmosfir ke dalam perairan. Sebagian lainnya disuplai dari hasil fotosintesis organisme perairan itu sendiri (Mc Connaughey dan Zottoli, 1983).

Kelarutan gas dalam perairan dipengaruhi oleh temperatur dan salinitas. Semakin tinggi temperatur dan salinitas, semakin rendah kelarutan gas dalam perairan. Sebaliknya semakin rendah temperatur dan salinitas, kelarutan gas semakin tinggi (Brotowidjoyo, 1995). Menurut Rahman (1995), DO di Rawa Pening pada bulan November 1994 sampai Januari 1995 berkisar antara 3,27 – 7,86 ppm, sedang menurut Afiati (1999) berkisar 4,5 – 8,4 ppm. Lebih lanjut Afiati (1999) menyatakan bahwa DO yang berkisar antara 4 –5 ppm menandakan kualitas air yang baik untuk air minum dan DO diatas 6 ppm menandakan kualitas air yang sangat baik untuk air minum maupun perikanan.

B.2.2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap tumbuhan dan hewan-hewan air. Tinggi rendahnya pH suatu perairan ditentukan juga oleh kadar CO₂ yang terlarut dalam perairan tersebut (Asmawi, 1986). Walaupun kebanyakan diatom hidup pada pH normal (6,5-8) namun ada beberapa jenis yang hidup pada kisaran yang lebih rendah. Kelompok diatom yang memiliki kisaran hidup pada kondisi asam dikenal sebagai kelompok asidofilik. Mereka tumbuh baik pada kisaran pH 3,5 - 5,2. Contoh spesies yang termasuk dalam kelompok ini adalah *Eunotia exigua* dan *Eunotia paludosa*. Diatom yang mampu

hidup pada kondisi pH normal termasuk dalam kelompok sirkum netral, sedang diatom alkaliphilous mampu hidup pada kondisi basa (Gell *et.al*, 1999).

Dipermukaan Danau Rawa Pening, pH ada dalam kisaran netral yaitu 7,5 (Timotius and Goltenboth, 1995), sedangkan Rahman (1995) mengukur pH di Danau Rawa Pening pada bulan November 1994 sampai Januari 1995 berkisar antara 6,87 – 9,16, sedangkan menurut Afiati (1999) berkisar antara 7,5 – 8,6.

B.2.3. Silika

Silika di perairan tawar cenderung lebih melimpah dibanding dengan bicarbonat. Adapun bentuk umum silika di perairan adalah : (1) dalam bentuk larutan, yaitu sebagai asam salikit “undissosiasi”; ion “orthosilicat” dengan bentuk $H_nSiO_4^{(4-n)}$; atau sebagai ion silikat kompleks, (2) sebagai koloid silika (Hutchinson, 1957).

Silika adalah elemen yang dibutuhkan untuk pembentukan dinding sel diatom. Silika diserap dalam bentuk asam silikat oleh sel diatom (Werner, 1977). Silika terlarut (SiO_2) biasanya terdapat dalam jumlah sedang di perairan tawar. SiO_2 diserap dalam jumlah besar oleh diatom dalam proses sintesis dinding selnya (Wetzel and Likens, 1991).

Penyuburan perairan oleh diatom dapat terjadi dengan bertambahnya konsentrasi nutrien di perairan dan juga dipengaruhi oleh fluktuasi rata-rata SiO_2 pada danau dan sungai. Terdapatnya

silika terlarut dapat mempengaruhi produktivitas diatom (Wetzel and Likens, 1991).

Silika yang dibutuhkan oleh diatom untuk perkembangan dinding selnya berkisar antara 0,4 mg/l hingga 0,5 mg/l. Jorgensen (1957) dalam Werner (1977) menyatakan bahwa pertumbuhan diatom akan menurun ketika silika dalam perairan berkisar antara 0,030 – 0,035 mg/l, sedangkan pada perairan yang mengandung silika 1 – 3 mg/l *Stephanodiscus hantzschia* tumbuh dan berkembang dengan baik.

Beberapa diatom benthik rupanya dapat menggunakan silika dalam bentuk aluminosilikat (Hutchinson, 1957). Frustula diatom mati nampak melepaskan silika ke perairan, tapi tidak diketahui apakah ini karena autolisis atau proses dekomposisi sederhana yang biasa terjadi (Hutchinson, 1957).

B.3. Faktor Biologi Perairan

Selain faktor fisik dan kimia, kehidupan diatom juga dipengaruhi oleh keberadaan organisme lain. Adakalanya pengaruh itu bersifat menguntungkan, namun adakalanya juga bersifat merugikan. Ada beberapa jenis hubungan yang sering terjadi antara sesama diatom benthik maupun antara diatom benthik dengan organisme lain. Hubungan tersebut antara lain :

a. Simbiose Komensalisme.

Diatom benthik kadang-kadang ditemukan menempel pada tanaman air atau cangkang organisme lain untuk melindungi diatom itu sendiri dari arus air yang deras. Dalam hal ini keberadaan organisme lain bersifat

menguntungkan bagi diatom, sedangkan bagi organisme yang ditempelinya tersebut tidak merasa dirugikan (Kumar dan Singh, 1976; Round, 1985).

b. Perumpungan (“Grazing”)

Adanya pemangsa diatom (“grazer”) seperti zooplankton maupun ikan dan moluska kecil akan mempengaruhi jumlah dan struktur komunitas diatom. Jenis siput *Physa heterostropa* tidak menyukai jenis diatom *Achnanthes lanceolata* dan kurang menyukai *Cocconeis placentula*. Hal ini akan menyebabkan keanekaragaman akan menjadi menurun karena populasi dari dua spesies ini menjadi besar. Larva dari insekta tertentu juga menunjukkan memakan spesies tertentu seperti *Rhoicosphenia curvata* (Werner, 1977).

c. Kompetisi

Kompetisi atau persaingan dapat terjadi antar jenis (inter spesifik) maupun antar individu dalam satu jenis (intra spesifik). Kompetisi ini dapat berupa perebutan dalam makanan, tempat tinggal, reproduksi, cahaya untuk proses fotosintesis dan lain-lain (Odum, 1993). Contohnya adalah bila terjadi peledakan populasi alga di suatu perairan, maka dapat merugikan kehidupan diatom benthik karena mengurangi penetrasi cahaya yang mencapai dasar sedimen. Nutrisi yang ada di perairan tersebut juga berkurang sehingga kemampuan untuk berkembang biak menjadi terbatas (Werner, 1977; Round, 1985).