

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. DIATOM

Diatom merupakan nama lain dari kelas Bacillariophyceae, salah satu kelas pada divisi Chrysophyta. Diatom muncul pertama kali pada periode Cretaceus, ± 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 benthonik, baik secara soliter atau berkoloni (Webber dan Thurman, 1991). Dilihat dari ukurannya (kurang dari 0,1 milimeter) maka diatom dimasukkan dalam kelompok mikrofauna (Nybakken, 1982).

Ciri utama yang membuat diatom berbeda dari kelas yang lain adalah sebagai berikut (Kumar dan Singh, 1976; Sumich, 1992; Webber dan Thurman, 1991):

- a. 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. Rangka diatom sendiri memiliki ornamen-ornamen yang spesifik pada masing-masing spesies sehingga dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi dalam taksonominya .
- b. memiliki klorofil-c, fukoxantin, diatoxantin dan diadinoxantin di dalam kromatophoranya.
- c. cadangan makanan berupa minyak dan chrysolaminarin.

- d. pengurangan ukuran tubuh yang terjadi pada saat pembelahan vegetatif. Adanya pengurangan tubuh ini menguntungkan diatom dalam kelangsungan hidupnya terutama dalam hal kompetisi pakan, cahaya dan habitat hidupnya.

Ukuran tubuh diatom dapat dikembalikan ke ukuran semula melalui perkembangbiakan seksual, yaitu dengan pembentukan auxospora. Mula-mula 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 frustula. Gamet inilah yang nantinya akan berkonjugasi membentuk zygote dan akan berkembang menjadi auxospora.

Ada 2 mekanisme dalam pembentukan auxospora, yaitu :

- a. isogami, dimana zygote terjadi dari konjugasi dua buah gamet amuboid. Mekanisme ini terjadi pada ordo Pennales, 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 mobil dan yang lainnya non-mobil, contohnya pada *Cymbella lanceolata*.
- b. 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).

Dilihat dari kesimetrisannya, diatom terbagi menjadi 2 ordo, yaitu :

1. diatom sentrik (Centrales), yaitu kelompok diatom yang memiliki susunan simetri radial. Diatom kelompok ini umumnya berbentuk bulat, kubus, silinder atau segitiga (Sumich, 1992). Klasifikasi lebih jauh dari ordo ini didasarkan

pada ada atau tidaknya rambut (*bristle*) dan tanduk (*horn*) pada permukaan cangkang (Kumar dan Singh, 1976).

2. diatom pennate (Pennales), yaitu kelompok diatom yang memiliki simetri bilateral atau asimetris. Diatom kelompok ini umumnya memiliki bentuk sel memanjang sehingga terlihat seperti perahu. Sebagian besar diatom benthik termasuk dalam kelompok ini (Webber dan Thurman, 1991; Sumich, 1992). Klasifikasi lebih jauh dari ordo ini didasarkan 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).

B. FUNGSI EKOLOGIS DIATOM BENTHIK

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). Dengan melihat hal ini maka kedudukan diatom adalah sebagai rantai utama dalam bioakumulasi senyawa toksik pada tubuh organisme perairan.

Diatom memiliki beberapa kelebihan sebagai bioindikator perairan (Reid *et al*, 1995; Round, 1993), yaitu :

1. memiliki habitat yang tersebar luas atau bersifat kosmopolit hingga mudah ditemukan di berbagai jenis perairan.
2. dengan ukuran yang kecil maka jumlah individu yang ditemukan tiap satuan berat atau satuan luas lebih banyak daripada makroorganisme pada habitat yang sama.
3. pergerakan diatom terbatas sehingga mudah diambil dari suatu habitat.
4. memiliki keanekaragaman spesies yang cukup tinggi dengan perbedaan sensitifitas yang berbeda terhadap polutan.
5. siklus hidupnya singkat sehingga respon terhadap kondisi perairan yang menjadi habitatnya juga berlangsung cepat.
6. memiliki kandungan silika pada dinding selnya sehingga cangkang diatom mati yang sudah menjadi fosil dapat tetap terekam dengan baik walaupun terkubur dalam waktu yang lama. Cangkang ini dapat digunakan sebagai indikator perairan pada masa lampau.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa diatom dapat dipakai sebagai indikator perubahan keasaman, salinitas, peruraian karbon organik, akumulasi logam berat dan aktivitas antropogenik yang berhubungan dengan perairan (Boucot and Carney, 1981; Charles *et al*, 1994). 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).

C. FAKTOR-FAKTOR PEMBATAS KEHIDUPAN DIATOM BENTHIK

Variasi dari faktor-faktor fisik seperti temperatur, salinitas, penetrasi cahaya matahari, dan pergerakan air yang ada pada lingkungan diatom benthik di permukaan substrat dasar perairan, tidak sebesar variasinya di kolom air (Tait, 1981). Faktor-faktor fisik seperti yang disebutkan di awal merupakan faktor pembatas bagi organisme perairan, termasuk diantaranya diatom benthik. Selain faktor fisik, kehidupan diatom benthik di dasar perairan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor kimia dan biologi perairan. Ketiga kelompok faktor itu tidak dapat berdiri sendiri, namun saling mempengaruhi satu dengan yang lain terhadap kehidupan diatom benthik.

C.1. Faktor Fisik Perairan

C.1.1. Temperatur

Temperatur merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme di perairan. Dalam kehidupan diatom benthik perubahan temperatur akan mempengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan organisme tersebut (Werner, 1977, Hutabarat dan Evans, 1984).

Temperatur berhubungan dengan intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Semakin banyak intensitas cahaya yang masuk, semakin tinggi pula temperatur di perairan tersebut. Secara umum diatom hidup baik pada kisaran temperatur 20 hingga 27° C (Sournia, 1978). Namun beberapa spesies ditemukan memiliki kisaran hidup di bawah temperatur tersebut, misalnya *Pinnularia viridis* yang hidup pada temperatur 15° C, *Meridian circulare* yang memiliki kisaran

hidup pada temperatur 5 hingga 10° C dan *Surirella ulna* yang memiliki kisaran hidup pada temperatur 10 hingga 12,6° C (Round, 1987).

C.1.2. Salinitas

Odum (1993) menyatakan bahwa penyebaran organisme baik secara vertikal maupun secara horisontal dipengaruhi oleh salinitas. Salinitas sendiri didefinisikan sebagai konsentrasi rata-rata seluruh garam yang terdapat di dalam air laut (Hutabarat dan Evans, 1985). Perbedaan salinitas yang ada di perairan mencerminkan pengaruh lokal dari penguapan, hujan dan suplai air tawar dari sungai dan daratan (Zottoli dan Bayard, 1983).

Sebagian besar diatom hidup pada kisaran salinitas kurang dari 30 ‰. Kolbe (1927) dalam Cumming dan Smol (1993) menyebutkan bahwa diatom dapat digunakan sebagai indikator terhadap perubahan salinitas perairan. Kisaran toleransi optimal diatom diperkirakan berada dalam jangkauan 3 – 36 ‰. Namun beberapa spesies dapat hidup pada kisaran salinitas di bawah normal, misalnya *Navicula mutica* yang hidup pada kisaran kurang dari 0,1 ‰, *Epithemia turgida* dan *Navicula pupula* yang hidup pada kisaran salinitas 0,1 hingga 0,5 ‰, serta *Nitzschia palea* dan *Cymbella minuta* yang hidup pada kisaran salinitas 0,5 hingga 1 ‰ (Cumming and Smoll, 1993).

C.1.3. Penetrasi 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 organik di perairan (Brotowidjoyo, 1995). Komunitas diatom benthik dapat tumbuh baik pada permukaan sedimen yang mendapatkan intensitas cahaya yang cukup bagi proses fotosintesisnya.

Seperti halnya anggota divisi Chrysophyta yang lain, diatom memiliki klorofil a dan c serta fukoxantin yang membantu proses penangkapan energi matahari. Klorofil a membantu penangkapan energi matahari pada panjang gelombang 400 hingga 420 nm, yaitu cahaya violet, dan 650 hingga 700 nm, yaitu cahaya merah. Pigmen fukoxantin membantu penangkapan energi matahari pada panjang gelombang yang tidak dapat ditangkap oleh klorofil, yaitu 500-560 nm yang berupa cahaya hijau (Sumich, 1992; Brotowidjoyo, 1995). Secara umum energi matahari yang digunakan pada fotosintesis adalah cahaya dengan panjang gelombang antara 400 hingga 700 nm (Hargraves *et al*, 1993).

C.1.4. Pergerakan Air

Pergerakan air atau arus berpengaruh pada sedimentasi, akumulasi bahan organik, anorganik, senyawa-senyawa toksik dan logam berat, penyebaran organisme, bentuk substrat dan kelarutan gas di perairan. Semakin cepat arus di suatu perairan, semakin kasar tekstur sedimen karena partikel yang halus akan terbawa arus ke tempat lain. Yang tertinggal adalah partikel berukuran besar dan sedang. Perairan yang memiliki arus tenang umumnya bertipe substrat lunak karena adanya endapan partikel yang terbawa arus ke daerah tersebut (Tait, 1981).

Struktur komunitas dan kelangsungan hidup diatom benthik secara langsung dan tidak langsung tergantung pada pergerakan air (Boucot, 1981). Diatom yang hidup di perairan deras tentunya memiliki mekanisme perlindungan

diri sehingga tidak terbawa arus, misalnya dengan adanya alat pelekak untuk membantu mereka melekat pada substrat yang keras (Gell *et al*, 1999).

C.2. Faktor Kimia Perairan

C.2.1. Kelarutan Gas O₂ dan CO₂

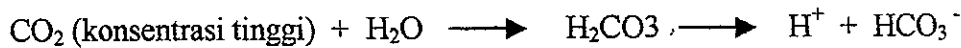
O₂ dan CO₂ dibutuhkan diatom benthik untuk mencukupi kebutuhannya dalam respirasi dan fotosintesis. Suplai terbesar dari kebutuhan O₂ dan CO₂ perairan didapatkan dengan cara difusi O₂ dan CO₂ dari atmosfer ke dalam perairan. Sebagian lainnya disuplai dari hasil fotosintesis dan respirasi organisme perairan 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 Lee *et al* (1970) dalam Astuti (1987), perairan dengan DO di atas 6,5 termasuk perairan yang tidak tercemar. Diatom tumbuh baik pada perairan yang relatif tidak tercemar, yaitu perairan dengan tingkat kelarutan oksigen (DO) antara 7 hingga 14. Walaupun demikian ditemukan banyak jenis diatom yang mampu hidup dengan kelarutan oksigen di bawah 6,5 sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator tercemar atau tidaknya suatu perairan (Prygiel dan Coste, 1993).

C.2.2. Derajat Keasaman (pH)

Kisaran pH normal pada perairan adalah 6,7 hingga 8,6. Semakin ke daerah hulu pH akan semakin tinggi atau semakin bersifat basa. Sebaliknya semakin ke daerah hilir pH akan semakin rendah atau bersifat asam. Ini terjadi karena pada daerah muara terjadi penimbunan bahan organik yang kemudian membebaskan CO₂ saat peruraian. CO₂ di perairan dalam konsentrasi tinggi akan berubah menjadi HCO₃⁻ yang menyebabkan perairan menjadi lebih asam. Mekanismenya adalah sebagai berikut :



(Werner, 1977).

Walaupun kebanyakan diatom hidup pada pH normal (6,5 hingga 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 3,5 hingga 5,2. Contoh spesies yang termasuk dalam kelompok ini adalah *Eunotia exigua* dan *Eunotia paludosa* (Kwandrans, 1993).

C.2.3. Partikel Terlarut

Semua zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan sampai suhu tertentu disebut zat padat total. Zat padat total sendiri dibagi menjadi 2 macam, yaitu zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut. Zat padat tersuspensi (TSS) adalah zat padat yang ada dalam air dalam ukuran lebih besar atau sama dengan 10 µm sehingga tertinggal di kertas saring saat dilakukan penyaringan. Sedang zat padat terlarut (TDS) adalah zat

padat yang ada dalam air dengan ukuran kurang dari 10 μm sehingga lolos dari kertas saring saat penyaringan (Alaerts dan Santika, 1987)

Di dalam air terlarut partikel-partikel organik maupun anorganik. Beberapa dari partikel ini berperan sebagai nutrisi, misalnya ammonia (NH_4), nitrat (NO_3) dan fosfat (PO_4). Partikel anorganik yang larut dalam perairan dapat berwujud ion atau mineral seperti Na^+ , Cl^- , Si dll. Sebagian dari ion atau mineral ini diperlukan oleh diatom benthik dalam proses metabolismenya (Werner, 1977).

Kandungan partikel terlarut dalam suatu perairan mempengaruhi penetrasi cahaya di perairan tersebut. Semakin banyak kandungan partikel terlarutnya, semakin rendah kemampuan penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan tersebut (Barnes and Mann, 1994).

C.2.4. Logam Berat

Viarengo (1989) dalam Kennish (1992) mendefinisikan logam berat sebagai kelompok elemen yang memiliki berat atom 63,546 hingga 200,59 dan terkarakteristik dengan adanya perpindahan elektron pada kulit luarnya. Beberapa elemen seperti cobalt, ferrum, mangan, plumbum, molibdenum, vanadium, strontium dan seng dalam jumlah sedikit berguna bagi proses metabolisme organisme perairan. Tapi dalam jumlah banyak logam berat tersebut akan bersifat toksik bagi organisme perairan dengan berperan sebagai enzim inhibitor dalam proses metabolisme organisme.

Logam berat lain seperti cadmium, chromium, air raksa, selenium, arsenik dan antimoni sampai saat ini belum diketahui fungsinya bagi organisme perairan

sehingga merupakan pencemar. Unsur-unsur ini tidak dapat diuraikan oleh organisme saprobik dan bila dapat diuraikan akan memakan waktu yang sangat lama (Kennish, 1992).

C.3. Faktor Biologi Perairan

Selain faktor fisik dan kimia, kehidupan suatu organisme 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 mereka dari arus air yang deras. Dalam hal ini keberadaan organisme lain bersifat menguntungkan bagi diatom, sedangkan bagi organisme yang ditemeli tersebut tidak merasa dirugikan (Kumar dan Singh, 1976; Round, 1985).

b. Predatorisme.

Adanya predator atau pemangsa diatom seperti zooplankton maupun ikan dan moluska kecil akan mempengaruhi jumlah dan struktur komunitas diatom. Jenis diatom yang disukai predator akan menurun jumlahnya. Sebaliknya jenis diatom yang tidak disukai pemangsa akan mampu berkembang biak dengan baik selama kondisi lingkungannya mendukung (Nybakken, 1982; Round, 1985).

c. Kompetisi

Kompetisi atau persaingan dapat terjadi antar jenis maupun antar individu dalam satu jenis. Kompetisi ini dapat berupa perebutan dalam makanan, tempat tinggal, reproduksi, cahaya untuk proses fotosintesis dan lain-lain (Odum, 1993). Contohnya adalah bila terjadi blooming 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).

