

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Komunitas Diatom

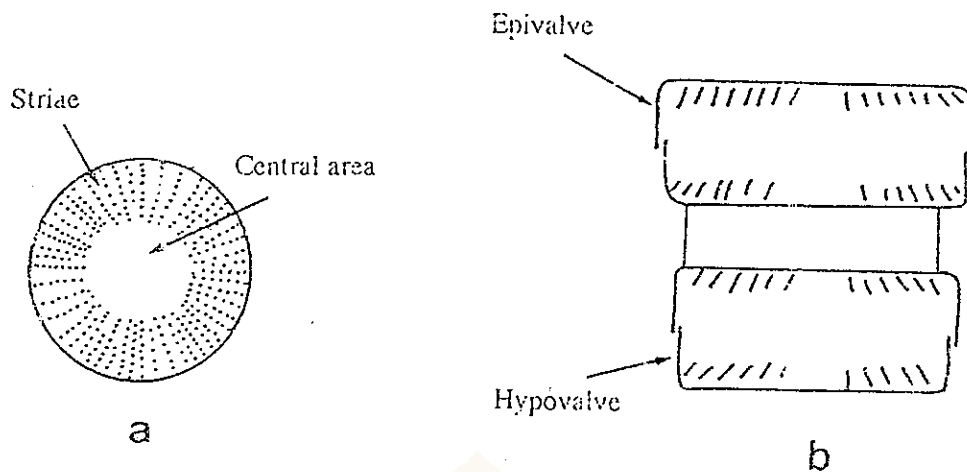
A. 1. Batasan Komunitas

Odum (1996), menyatakan bahwa komunitas adalah kumpulan populasi yang hidup dalam suatu daerah atau habitat fisik tertentu. Komunitas dapat disebut dan diklasifikasikan menurut bentuk atau sifat struktur utama, seperti misalnya jenis dominan dari komponen penyusun komunitas, habitat fisik dari komunitas, dan sifat-sifat atau tanda-tanda fungsional dari komunitas tersebut.

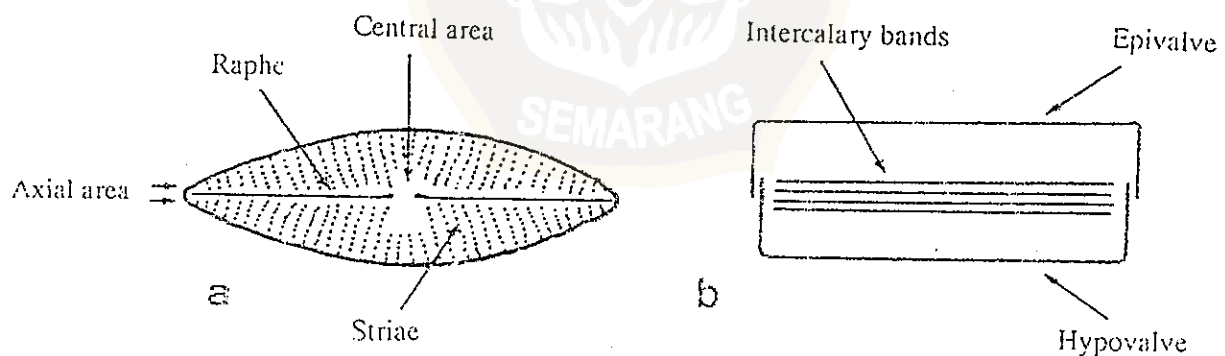
A. 2. Karakteristik Diatom

Ciri khas dari kelompok Bacillariophyta atau yang lebih dikenal dengan nama diatom adalah dinding sel diatom yang terbuat dari silika (Starr & Taggart, 1995). Dinding sel diatom disebut frustula. Frustula ini tersusun dari dua bagian yang saling tumpang tindih yang disebut valva, dimana valva yang terletak pada bagian bawah lebih kecil daripada valva dibagian atasnya dan membentuk bangunan seperti cawan petri (Gell *et al.*, 1999) dengan bagian tutup disebut epiteka dan bagian alas disebut hipoteka (Kumar & Singh, 1976). Masing-masing frustula memiliki pita girdle yang terletak diantara kedua valva tersebut. Diatom dapat dilihat dari dua sisi. Kedua sisi tersebut adalah sisi valva ("valve view"), yaitu ketika valva dilihat dari atas (Gambar 1a, 2a), dan sisi girdle ("girdle view"), yaitu ketika valva dilihat dari samping sehingga pita girdle terlihat (Gambar 1b, 2b) (Gell *et al.*, 1999).

Bentuk frustula maupun ornamen yang terdapat pada permukaan frustula ini spesifik pada masing-masing jenis sehingga dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi dalam taksonominya (Kumar & Singh, 1976; Gell *et al.*, 1999).



Gambar 1. Skema diatom sentrik (Centrophycidea), (a) pandangan dari sisi valva; (b) pandangan dari sisi girdle (Gell *et al.*, 1999).

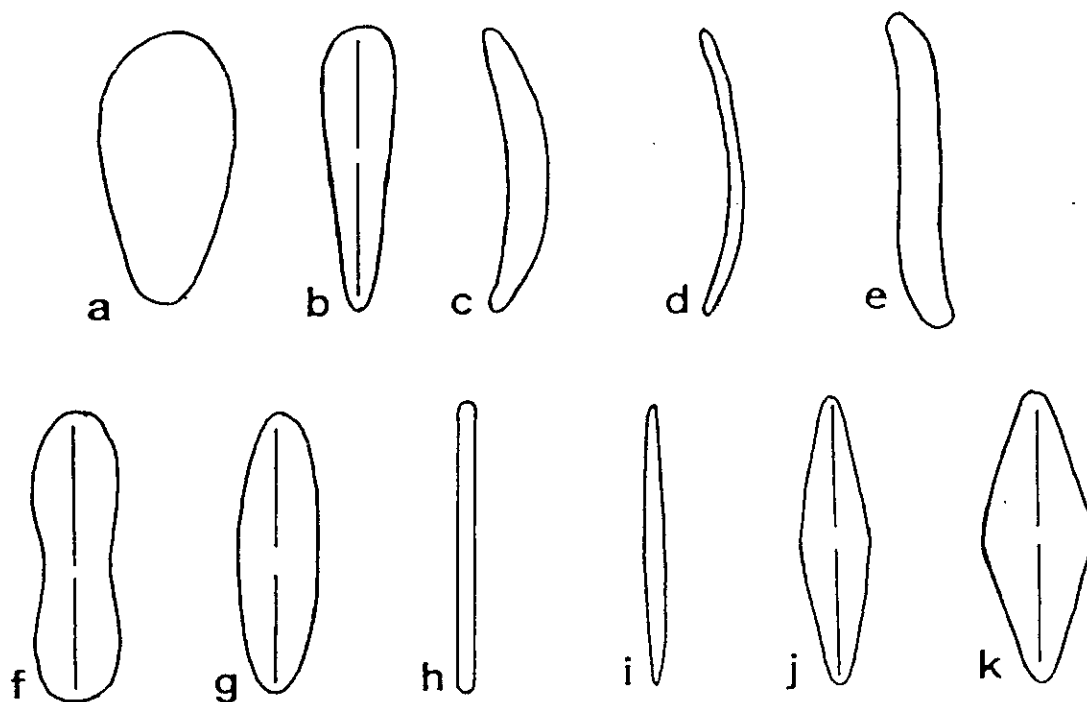


Gambar 2. Skema diatom pennate (Pennatophycidea), (a) pandangan dari sisi valva; (b) pandangan dari sisi girdle (Gell *et al.*, 1999).

Berdasarkan kesimetrisan valvanya, diatom dibagi menjadi 2 sub kelas, yaitu :

1. Diatom sentrik (*Centrophycidea*), yaitu kelompok diatom yang memiliki susunan simetri radial. Kelompok ini umumnya berbentuk bulat, kubus, silinder atau segitiga (Werner, 1977; Gell *et al.*, 1999). Kelompok ini umumnya bersifat planktonik, mampu membentuk filamen yang panjang dan permukaan valvanya memiliki banyak pori (Gell *et al.*, 1999).
2. Diatom pennate (*Pennatophycidea*), yaitu kelompok diatom yang memiliki susunan simetri bilateral atau asimetris. Kelompok ini umumnya berbentuk sel memanjang seperti cerutu atau perahu (Gambar 3), dan umumnya bersifat bentik (Round, 1985; Gell *et al.*, 1999). Pada lapisan substrat sub kelas *Pennatophycidea* lebih motil bila dibandingkan dengan sub kelas *Centrophycidea*, walaupun gerakannya terbatas. Hal ini disebabkan oleh adanya struktur raphe yang dapat mensekresikan lapisan mucilage ke permukaan substrat pada sub kelas *Pennatophycidea* sehingga diatom tersebut dapat berpindah tempat (Werner, 1977; Sze, 1993).

Diatom memiliki kloroplas yang dikelilingi oleh dua membran pembungkus kloroplas. Kloroplas mengandung klorofil a dan klorofil c. Fukosantin merupakan karotenoid penting yang menyebabkan sel-selnya berwarna coklat keemasan (Lee, 1980).



Gambar 3. Bentuk-bentuk valva (a) ovate; (b) clavate; (c) crescentic; (d) arcuate; (e) sigmoid; (f) panduriform; (g) elliptic; (h) linear; (i) acicular; (j) lanceolate; (k) rhombic (Gell *et al.*, 1999).

A. 2. Reproduksi Diatom

Diatom dapat bereproduksi secara seksual, walaupun sebagian besar kelompok ini berkembangbiak secara asexual dengan pembelahan sel (Wallace, 1992). Perkembangbiakan diatom secara asexual dilakukan dengan cara membelah diri menjadi dua bagian. Belahan diatom pada bagian atas disebut epiteka dan belahan diatom bagian bawah disebut hipoteka. Epiteka lama akan membentuk hipoteka baru sedang hipoteka lama akan menjadi epiteka dan membentuk hipoteka baru. Karena bagian yang baru ini disekresikan dari dalam bagian yang lama, maka akan berukuran lebih kecil dari ukuran diatom yang lama. Setelah berlangsung selama beberapa generasi, ukuran diatom ini akan semakin kecil sehingga menyebabkan proses fisiologis tidak bisa berlangsung. Dengan demikian ukuran individu-individu jenis yang sama tetapi berasal dari generasi yang berlainan akan berbeda (Werner, 1977).

Ukuran sel diatom yang terlalu kecil tidak memungkinkan diatom untuk dapat melakukan proses-proses fisiologis dalam tubuhnya. Untuk mengembalikan ukuran sel diatom pada ukurannya semula, diatom melakukan reproduksi secara seksual, yaitu dengan pembentukan auxospora. Mula-mula inti akan mengalami meiosis membentuk 4 sel anakan yang berinti haploid (n). Gamet akan terbentuk dengan satu inti haploid pada tiap frustula. Gamet inilah yang nantinya akan berkonjugasi membentuk zygot dan akan berkembang menjadi auxospora (Werner, 1977). Terdapat dua mekanisme dalam pembentukan auxospora, yaitu :

- a. isogami, zygot terjadi dari konjugasi dua buah gamet amuboid. Mekanisme ini biasa terjadi pada sub kelas Pennatophycidea, *Gomphonema parvulum* misalnya. Adakalanya mekanisme yang terjadi adalah anisogami jika konjugasi terjadi pada dua buah gamet yang memiliki sifat berbeda. Misalnya pada *Cymbella lanceolata*, gamet yang satu bersifat motil dan yang lainnya bersifat non motil (Werner, 1977).
- b. oogami, bila zygot terjadi dari pertemuan gamet berflagel dan gamet yang non motil. Mekanisme ini biasa terjadi pada sub kelas CentropHYCIDEA (Kumar & Singh, 1976).

A. 3. Sekresi Diatom

Diatom mengeluarkan sekret yang berupa jelly yang menutupi dinding sel dari silika, misal, beberapa spesies yang mengeluarkan sekret mampu menempel satu dengan yang lainnya dan membentuk filamen atau koloni. Pada spesies yang lain membentuk batang-batang dari gelatin atau bantalan yang dipergunakan untuk menempel pada substrat. Pada bentuk

yang hidup pada air yang mengalir, jelly ini memungkinkan diatom untuk menempel pada substrat (Round, 1985). Beberapa genus diatom epifitik yang biasa ditemukan adalah *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Epithemia*, *Navicula*, *Rhoicosphenia* dan *Synedra*. Diatom epifit yang hidup menempel menggunakan tangkai adalah *Meridion* dan *Gomphonema*, beberapa jenis lain mempergunakan bantalan lendir. Ada juga yang menempel mempergunakan sekret lendir yang keluar melalui raphe, misalnya *Cocconeis* dan *Achnanthes*. Beberapa spesies yang lain melekat dengan mempergunakan alat pelekak pada permukaan inang seperti *Navicula* dan *Nitzschia* (Moss, 1991).

A. 4. Habitat Diatom

Distribusi diatom sangat luas meliputi air laut sampai air tawar. Selain di perairan, komunitas diatom juga ditemukan pada habitat aerial maupun di tanah. Komunitas yang ditemukan di perairan umumnya memiliki lebih banyak spesies daripada komunitas yang ditemukan di habitat aerial dan tanah (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977). Diatom yang hidup di habitat aerial mampu bertahan dari banjir ataupun dari kekeringan atau dari terjadinya perubahan suhu yang mendadak. Diatom merupakan mikroalgae yang paling sering ditemukan di musim semi yang panas dan pada batuan yang basah (Balbach & Bliss, 1984).

Berdasarkan sifat hidupnya, diatom dibagi menjadi dua yaitu diatom yang planktonik dan diatom yang bersifat bentik. Diatom bentik dapat dibagi menjadi 5 berdasarkan substrat tempat hidupnya, yaitu :

1. diatom epipelik, yaitu diatom yang hidup pada atau didalam lumpur yang mudah untuk dipenetrasi,

2. diatom epizoik, yaitu diatom yang hidup menempel pada permukaan tubuh hewan,
3. diatom episammik, yaitu diatom yang hidup pada pasir,
4. diatom epilitik, yaitu diatom yang hidup melekat pada substrat yang keras atau batu,
5. diatom epifitik, yaitu diatom yang hidup melekat pada tanaman.

Diatom epifitik dan epilitik ditemukan melimpah karena keduanya mampu bertahan dari kekurangan cahaya dan perumputan (*grazing*). Beberapa makrofit menghambat pertumbuhan epifit secara langsung dengan mengeluarkan sekret, tetapi hilangnya makrofit akan menghilangkan epifit juga. Pada beberapa kasus, perkembangan musiman dari makrofit inang cukup untuk meningkatkan pertumbuhan epifit (Jeffries, 1996).

Round (1985) menyatakan bahwa epifit banyak ditemukan disekitar batang (*Equisetum*, *Phragmites*) atau pada daun (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Ranunculus* dan *Ceratophyllum*) juga pada daun dan perakaran dari *Eichhornia* dan *Pistia*. Walaupun sebagian besar mampu berfotosintesis, namun beberapa epifit bersifat fakultatif heterotrof dan beberapa epifit yang lain ada juga yang bersifat parasit (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977).

B. Faktor Fisik - Kimia yang Mempengaruhi Diatom

Faktor yang mempengaruhi kepadatan diatom ada tiga, yaitu faktor fisik yang meliputi suhu, turbiditas dan intensitas cahaya, sedangkan faktor kimia yang berpengaruh adalah oksigen terlarut, pH, CO₂ dan nutrisi.

B.1. Suhu

Dari semua faktor fisik, suhu adalah salah satu faktor dominan yang menentukan distribusi tumbuhan air. Menurut Phillipsze (1986), diatom tumbuh baik pada kisaran suhu antara 15°C sampai 27°C dan umumnya keanekaragamannya akan bertambah pada kisaran suhu yang optimum bagi sebagian besar spesies dalam sebuah komunitas (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977).

B.2. Turbiditas

Salah satu faktor penting bagi pertumbuhan diatom adalah turbiditas. Turbiditas dapat menurunkan keanekaragaman diatom atau mungkin menghambat penetrasi cahaya (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977). Turbiditas yang disebabkan oleh partikel halus dan detritus seringkali merupakan faktor pembatas. Sebaliknya jika turbiditas disebabkan oleh organisme, maka merupakan indikator produktivitas (Odum, 1996).

B.3. Cahaya

Cahaya adalah faktor yang sangat penting dalam mempengaruhi kepadatan diatom (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977). Kemampuan cahaya menembus sampai dasar perairan dipengaruhi oleh turbiditas air. Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan, dapat diketahui kedalaman yang masih mungkin terjadi proses asimilasi dalam air. Di Danau Rawa Pening, kecerahan mencapai kedalaman 0,7 m (Timotius & Goltenboth, 1995).

B.4. Oksigen Terlarut (DO)

Sumber utama oksigen terlarut berasal dari atmosfer dan proses fotosintesis tumbuhan hijau. Oksigen dari udara diserap dengan difusi

langsung ataupun karena pergerakan permukaan air oleh angin dan arus. DO pada Danau Rawa Pening pada bulan November 1994 hingga Januari 1995 berkisar antara 3,27 – 7,86 ppm (Rahman, 1995), sedangkan pada tahun 1999 DO ini berkisar antara 4,5 - 8,4 ppm (Afiati, 1999).

B.5. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) berpengaruh besar terhadap tumbuhan dan hewan-hewan air, sehingga seringkali dipergunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup organisme air. Tinggi rendahnya pH suatu perairan ditentukan juga oleh kadar CO₂ yang terlarut dalam perairan tersebut.

Menurut Werner (1977); Kwadrans (1993) dan Vos & Wolf (1993), berdasarkan toleransi pH-nya, diatom diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu :

1. Alkalibiontik, yaitu kelompok diatom yang memiliki kemampuan untuk hidup pada kisaran pH 7 – 11. Jenis-jenis yang termasuk kelompok ini adalah : *Diatoma vulgare*, *Epithemia* sp, *Melosira meniliformis*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula pygmaea*, *Stephanodiscus astrea*, dan *Rhopalodia gibba*.
2. Alkaliphilous, yaitu kelompok diatom yang memiliki kemampuan untuk hidup pada kisaran pH diatas 11. Jenis-jenis dari kelompok ini diantaranya adalah : *Amphora ovalis*, *Cocconeis pediculus*, *Fragilaria inflata*, *Gyrosigma spenceri*, *Navicula miniona*, *N. rostellata*, *Surirella ovata*, dan *Synedra pulchella*.

3. Acidophilous, yaitu kelompok diatom yang memiliki kemampuan untuk hidup pada kisaran pH kurang dari 4. Contoh dari kelompok ini adalah : *Eunotia paludosa* dan *E. veneris*.
4. Acidobiontik, yaitu kelompok diatom yang memiliki kemampuan untuk hidup pada kisaran pH 4 – 7. Jenis yang termasuk kelompok ini adalah : *Pinnularia subcapitata* dan *Eunotia exigua*.

B.6. Nutrien

Secara umum pengkayaan suatu danau oleh nutrisi di daerah tropis akan mengubah komposisi fitoplankton. Pertama-tama akan terjadi blooming Cryptophyta dan kemudian akan disusul dengan perkembangan Chrysophyta dan kemudian diatom (Anton dkk, 1994). Nutrisi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan diatom ini diantaranya adalah N, P dan Si.

a. Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur yang penting bagi tumbuhan. Pada umumnya nitrogen diserap oleh tumbuhan dalam bentuk nitrat dan amonia. (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977). Umumnya ketersediaan nitrogen dalam lingkungan perairan relatif sedikit, sehingga nitrogen merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan tumbuhan baik di danau, sungai maupun di laut (Rheinheimer, 1980). Kandungan nitrogen dalam suatu danau dapat meningkat dengan cepat karena masuknya limbah organik dan menyebabkan masalah yang serius, seperti blooming alga. Kondisi inilah yang sering disebut dengan eutrofikasi. Suatu danau dimasukkan dalam kategori eutrofikasi bila kandungan nitrogen total perairannya berkisar antara 600 – 1500 mg/m³ (0,6 – 1,5 mg/l) (Forsberg & Ryding dalam Soeprbowati,1998).

b. Fosfor (P)

Seperti komponen nitrogen, fosfor (P) juga merupakan faktor pembatas bagi kehidupan tumbuhan di lingkungan perairan. Fosfor sebagai penyusun utama asam nukleat merupakan unsur yang penting bagi semua organisme. Ketersediaan fosfor di lingkungan perairan tergantung pada dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi (Rheinheimer, 1980). Bila kandungan fosfor total dalam suatu perairan berkisar antara 0,03 – 1,5 mg/l, maka perairan tersebut termasuk dalam kategori eutrofik (Waite, 1984).

c. Silika (Si)

Silika adalah elemen yang dibutuhkan untuk pembentukan dinding sel diatom. Silika diserap dalam bentuk asam silikat oleh sel diatom (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977).

Silika yang dibutuhkan oleh diatom bagi perkembangan dinding selnya berkisar antara 0,4 mg/ hingga 0,5 mg/l. Jika kandungan silika di suatu danau yang besar menurun, populasi diatom epifitik tumbuh dan berkembang pada batang *Phragmites* yang banyak mengandung silika. Pada umumnya pertumbuhan diatom akan menurun ketika silika dalam perairan berkisar antara 0,030 - 0,035 mg/l, tetapi *Stephanodiscus hantzschia* tumbuh dan berkembang dengan baik pada perairan yang mengandung silika 1 - 3 mg/l (Patrick, 1977 dalam Werner, 1977).

Selain faktor-faktor di atas, masih terdapat faktor biologi seperti misalnya persaingan atau kompetisi dan perumputan atau *grazing*. Moss (1991) menyatakan bahwa komunitas epifit memiliki keuntungan dalam mengalihkan aktivitas perumput (*grazers*) dari tumbuhan inangnya, walaupun

tanaman inang tersebut sebenarnya juga memproduksi alkaloid dan substansi lainnya yang akan menjauhkan perumput tersebut darinya. Penghambatan penambahan biomassa epifit oleh adanya perumputan epifauna merupakan faktor penting dalam mengatur pertumbuhan, produktivitas dan distribusi dari tumbuhan inang (Howard & Frederick, 1986).

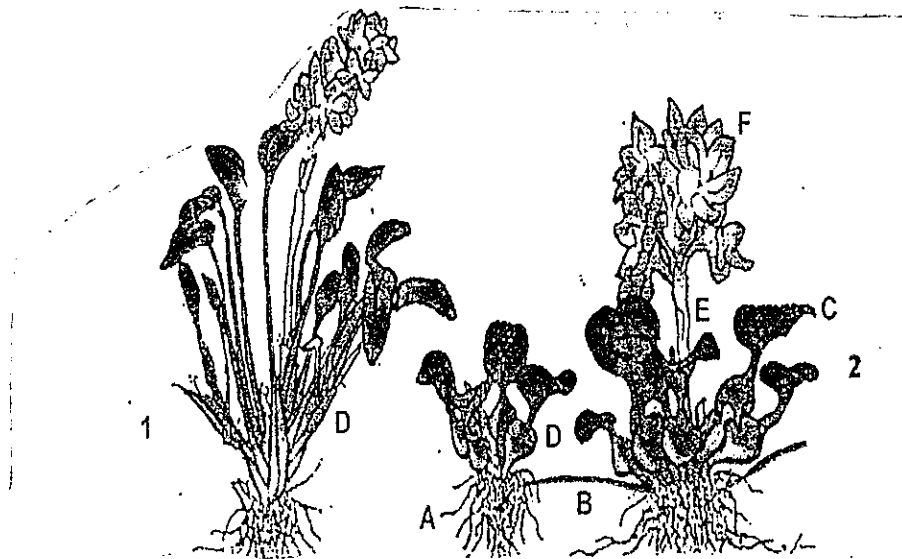
C. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Solm.)

C.1. Morfologi Eceng Gondok (*E. crassipes*).

Eceng gondok merupakan herba yang mengapung bebas yang terdiri dari batang, rhizoma, daun dan akar gantung. Kadang-kadang berakar dalam tanah jika tumbuh di perairan dangkal. Akar memiliki tudung akar, tidak bercabang dan tidak berbulu. Pertumbuhan akar dapat mencapai diameter 0,5 - 0,6 cm dan panjang 30 cm. Stolon berwarna keunguan dengan garis tengah 0,5 - 2 cm, panjang sampai dengan 50 cm atau lebih pendek bila tumbuh rapat (Moenandir, 1990).

Eceng gondok menghasilkan tunas yang keluar dari ketiak daun yang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Tanaman ini mampu mencapai tinggi 0,4 - 0,8 m dengan tangkai panjang pada bagian dewasa serta pendek dan berperut pada bagian yang muda. Helaian daun berbentuk bulat telur lebar dengan tulang daun melengkung rapat dan memiliki panjang 7 - 25 cm. Karangan bunga pada eceng gondok ini berbentuk bulir, bertangkai panjang, dan mampu menghasilkan bunga 10 - 35. Tangkai bunga memiliki 2 daun pelindung yanguduknya sangat dekat, bagian terbawah memiliki helaian kecil dan berpelepah seperti tabung, sedangkan bagian teratas berbentuk

tabung poros bulir sangat persegi. Tabung tenda bunga memiliki panjang 1,5 - 2 cm dengan pangkal hijau dan ujung pucat (Van Steenis *et al.*, 1981).



Gambar 4. Morfologi Tanaman *E. crassipes* Solm. (Moenandir, 1990).

Keterangan gambar :

- | | |
|-----------|---------------------------|
| A. Akar | D. Tangkai daun |
| B. Stolon | E. Tangkai karangan bunga |
| C. Daun | F. Bunga |

1. Tanaman yang hidup di perairan dangkal
2. Tanaman yang hidup di perairan dalam

C.2. Distribusi Eceng Gondok (*E. crassipes*).

Eceng gondok tersebar di daerah tropik dan sub tropik, ditemukan di perairan tawar pada empang, kolam, danau, waduk aliran air, sungai, saluran irigasi sampai air payau (Gopal & Sharma, 1981).

Tanaman ini pertama kali ditemukan di daerah bagian tenggara Brazilia, kemudian menyebar ke Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Di Amerika Utara, eceng gondok diperkenalkan pada tahun 1884 sedangkan di

Indonesia pertama kali diperkenalkan di kebun botani Buitenzorg (sekarang Kebun Raya Bogor) pada tahun 1894 (Gopal & Sharma, 1981).

Pada abad ini, eceng gondok menginvasi perairan hangat pada setiap benua. Pada persebarannya, eceng gondok dapat ditemukan pada daerah eutrofik dan berbagai macam air, dari air tawar hingga air payau (Maybeck *et al.*, 1990).

C.3. Dampak yang Ditimbulkan oleh Keberadaan Eceng Gondok (*E. crassipes*)

Keberadaan eceng gondok (*E. crassipes*) pada suatu perairan akan menimbulkan dampak positif (menguntungkan) dan dampak negatif (merugikan). Dampak positif dari keberadaan eceng gondok ini diantaranya adalah sebagai tempat berlindung ikan, penyumbang oksigen di perairan, makanan ikan, sebagai tempat bertelur bagi ikan, dan tempat hidup bagi epifit dan hewan-hewan kecil. Sedangkan dampak negatif dari kehadiran eceng gondok ini adalah mengganggu pertumbuhan plankton, membatasi difusi oksigen dari udara, menghambat penangkapan ikan, mengganggu lalu lintas di perairan, serta memacu terjadinya sedimentasi (Achmad, 1971).

D. Rawa Pening

Rawa Pening merupakan danau semi alami, terletak ± 8 km barat laut Salatiga, Jawa Tengah pada ketinggian 460 meter dpl. Danau ini dikelilingi oleh 3 buah gunung, yaitu Gunung Merbabu (3145 m), Gunung Telomoyo (2100 m), dan Gunung Ungaran (2050 m) serta mempunyai luas ± 2500 hektar pada musim penghujan dan ± 650 hektar pada musim kemarau

(Sucahyo dkk, 1989). Menurut Goltenboth (1979), Danau Rawa Pening dapat dibagi dalam 4 daerah yang berbeda-beda. Daerah-daerah tersebut meliputi :

1. Pulau-pulau terapung yang ditumbuhi tumbuhan dari suku Cyperaceae dan Gramineae, yang terbentuk secara alami dari patahan-patahan tanah gambut di dasar rawa,
2. Daerah yang tertutup oleh tumbuhan *E. crassipes* pada permukaan perairan,
3. Daerah yang permukaannya tertutup oleh *Hydrilla verticillata*,
4. Daerah yang merupakan perairan terbuka atau tidak tertutup oleh tumbuhan.

Soewardi (1978) dalam Silalahi (1989) menyatakan bahwa populasi *E. crassipes* diperkirakan seluas \pm 210 hektar, sedangkan populasi *H. verticillata* diperkirakan seluas \pm 98 hektar (Sudarmiyati dan Ikusima, 1978 dalam Silalahi, 1989). Secara umum kedalaman antara habitat eceng gondok (*E. crassipes*) dan ganggang rante (*H. verticillata*) rata-rata hampir sama yaitu \pm 1 m.

Rawa Pening merupakan habitat flora dan fauna yang kompleks karena dihuni oleh lebih dari 700 jenis hewan dan 150 jenis tumbuhan, dan sebagai tempat penting untuk migrasi burung (Timotius & Goltenboth, 1994). Air Danau Rawa Pening di samping digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan rumah tangga bagi penduduk yang berdiam di sekitar rawa sebagai air baku minum atau mata air juga memegang peranan penting bagi irigasi sawah, pembangkit tenaga listrik dan perikanan (Afiati, dkk, 1999).