

# Sejarah dan Ruang Lingkup Hidrobiologi

Dra. Endang Widyastuti, M.S.



## PENDAHULUAN

---

Modul ini membahas mengenai sejarah dan ruang lingkup hidrobiologi yang mencakup dua kegiatan belajar, yaitu: Batasan dan Sejarah Perkembangan Hidrobiologi (Kegiatan Belajar 1), dan Ruang Lingkup Hidrobiologi, Kelompok Organisme di Perairan dan Habitat Aquatik (Kegiatan Belajar 2).

Dalam Kegiatan Belajar 1 akan diberikan batasan tentang apa yang dimaksud hidrobiologi, dan bagaimana sejarahnya sehingga menjadi suatu ilmu yang dikembangkan tersendiri.

Seperti Anda ketahui kehidupan yang ada di air sangat bervariasi, mulai dari organisme yang bersifat mikroskopis yang hanya terdiri dari satu sel sampai pada tingkatan organisme yang paling tinggi yaitu mamalia air. Dari sekian banyak organisme yang ada di perairan, sebagian besar berpotensi sebagai sumber daya hayati bagi pemenuhan kebutuhan pangan lewat sektor perikanan baik langsung maupun tidak langsung.

Pengertian dan sejarah perkembangannya hidrobiologi ini akan melandasi kegiatan belajar selanjutnya.

Dalam perkembangannya, hidrobiologi ditunjang oleh berbagai disiplin ilmu. Pada Kegiatan Belajar 2, akan digambarkan kedudukan hidrobiologi di antara ilmu-ilmu perairan lainnya, sehingga akan mempertegas perannya dalam pembangunan. Berbagai kelompok organisme perairan beserta ragam habitatnya juga diberikan pada kegiatan belajar ini secara garis besar.

Setelah menyelesaikan Modul 1 ini, Anda diharapkan dapat:

1. menjelaskan batasan dan sejarah perkembangan hidrobiologi;
2. menjelaskan ruang lingkup hidrobiologi;
3. menerangkan kedudukan hidrobiologi dengan ilmu-ilmu perairan lainnya;
4. menjelaskan berbagai kelompok organisme perairan serta ragam habitatnya.

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Batasan dan Sejarah Perkembangan Hidrobiologi

### A. BATASAN HIDROBIOLOGI

Hidrobiologi berasal dari kata *hydros*, *bios* dan *logos* yang berarti air, hidup dan ilmu. Dengan demikian hidrobiologi adalah ilmu yang mempelajari semua yang hidup di air. Pada dasarnya pengetahuan tentang organisme (biologi) perairan merupakan dasar dari hidrobiologi, selain pengetahuan tentang air atau perairan sebagai tempat hidupnya. Dengan perkataan lain hidrobiologi adalah bagian dari biologi yang mempelajari kehidupan di air. Sedangkan biologi perairan adalah suatu bagian khusus, dari ekologi perairan.

Objek yang dipelajari dalam hidrobiologi adalah hewan, tumbuhan, dan bakteri yang hidup di air, baik air tawar maupun air asin. Oleh karena itu dikenal juga dengan istilah *hidrobakteriologi*, *hidrobotani* dan *hidrozoologi*. Pada masa ini telah berkembang pula suatu bagian yang menyangkut budidaya ikan sehingga dikenal biologi perikanan.

Satu hal yang perlu diperhatikan adalah, bahwa tujuan utama dari kajian hidrobiologi bukan sekedar untuk mengumpulkan dan mendeterminasi organisme akuatik tetapi juga untuk memperoleh suatu wawasan atau seluk-beluk dari organisme tersebut.

### B. SEJARAH PERKEMBANGAN HIDROBIOLOGI

Seperti diketahui, penemuan mikroskop sangat berpengaruh terhadap kemajuan biologi. Hal ini juga terlihat pada awal sejarah pengetahuan manusia tentang kehidupan di air. Sejak saat itu, perkembangannya tidak hanya pengetahuan tentang organisme mikroskopik tetapi juga pengetahuan baru yang sangat bermanfaat dari studi tentang bermacam-macam tipe kehidupan yang lebih tinggi dalam air.

Sejarah perkembangannya dimulai dari tulisan Euclid ( $\pm$  300 SM), tentang optik, yang selanjutnya mengilhami penemuan komponen mikroskop pada abad ke-16 oleh Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723). Anton Van

Leeuwenhoek pertama kali menemukan adanya mikroorganisme dalam air. Sedangkan pengklasifikasian organisme pertama kali dikemukakan oleh Otto Friedrich Muller pada tahun 1786. Kemudian Ehrenberg (1838) mempublikasikan perkembangan pengetahuan tentang organisme mikroskopik pada abad berikutnya.

Banyak dan bervariasinya fauna laut, bagi kepentingan manusia, telah menarik minat banyak ahli untuk menekuni bidang kelautan pada waktu itu. Manfaat dari sumber daya kelautan secara ekonomi juga membantu berkembangnya bidang ini, sehingga kini Oceanografi merupakan ilmu pengetahuan yang sudah mantap. Perkembangan yang pesat dalam bidang Oceanografi ini juga membantu berkembangnya pengetahuan tentang perairan tawar. Pengetahuan biologi dan kajian Oceanografi dimanfaatkan oleh para ahli dengan menyesuaikannya untuk kajian di habitat perairan tawar.

Penemuan mikroskop turut mempengaruhi perkembangan biologi perairan dengan ditemukannya plankton. Sekitar tahun 1845 Johannes Muller dan beberapa muridnya mulai mempelajari plankton di laut utara dekat Helgoland dengan menggunakan *plankton-net*. Selanjutnya Peter Erasmus Muller, menemukan Crustacea mikroskopik pada beberapa perairan di danau Swiss. Tahun 1887 Victor Hensen mengusulkan istilah plankton dipakai untuk seluruh binatang dan tumbuhan kecil serta partikel-partikel, yang tersuspensi di perairan laut. Bentuk suspensi tersebut biasanya melayang-layang dan terbawa ombak atau gerakan air. Istilah ini terus berkembang luas untuk setiap penemuan dengan tanpa memperhatikan sifat dari perairan yang mereka temui. Namun, pada saat sekarang istilah plankton umumnya dibatasi pada organisme mikroskopik saja. Selanjutnya penemuan plankton di akhir abad 19 - awal abad 20 merupakan periode terbanyak dalam studi ini.

Sejak diketemukan plankton inilah, hidrobiologi berkembang sejalan dengan berkembangnya ekologi perairan, khususnya biologi perairan darat.

### C. RUANG LINGKUP HIDROBIOLOGI

Sebagai ilmu yang mempelajari kehidupan organisme air maka hidrobiologi merupakan bagian dari ekologi perairan. Sedangkan ekologi ialah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan lingkungannya. Dalam kehidupannya, organisme air memerlukan lingkungan yang sesuai, karena hidupnya sangat dipengaruhi oleh pertukaran bahan-

bahan dan energi antara organisme tersebut dengan lingkungannya, atau habitat di mana organisme itu berada. Karenanya ekologi mencakup beberapa aspek ilmu-ilmu yang saling berhubungan, baik mengenai lingkungannya maupun mengenai organismenya.

Dalam ekologi perairan dikenal dua bagian besar, yaitu *Oceanografi* atau ekologi laut dan *Limnologi* atau ekologi perairan darat. Pembagian ini didasarkan pada adanya perbedaan antara perairan lautan dan perairan darat. Dalam *Oceanografi* dikenal adanya kimia laut, fisika laut dan biologi laut. Demikian pula dalam *Limnologi* dikenal adanya limnokimia, limnofisika dan limnobiologi. Biologi laut (*marine biology*) dan limno-biologi (termasuk mikrobiologinya) tidak lain adalah *hidrobiologi*.

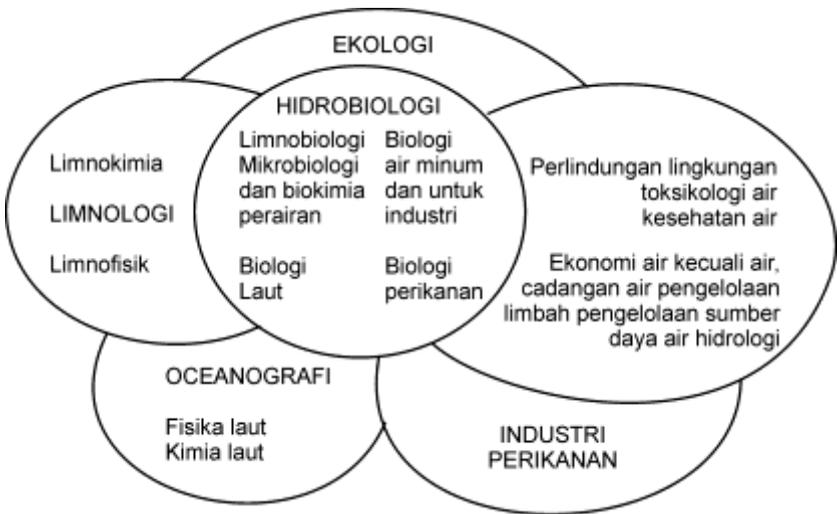
Dalam perkembangan industri perikanan, salah satu faktor yang mendukung adalah pengetahuan tentang biologi perikanan yaitu tentang budidaya dan penangkapannya. Budidaya perikanan adalah pengetahuan tentang bagaimana memanipulasi kehidupan biota air dengan lingkungan yang dimodifikasi manusia.

Sebagai contoh adalah dengan pembuatan tambak, kolam, akuarium, bak-bak di laboratorium, karamba, jaring apung dan lain sebagainya sehingga biota air tersebut dapat hidup, tumbuh dan berkembang biak, bahkan dapat menghasilkan produksi yang berlipat ganda. Pada saat ini industri perikanan tidak hanya berupa ikan, tetapi termasuk didalamnya adalah udang, rumput laut, kepiting, kerang dan lain sebagainya. Udang bahkan merupakan komoditi ekspor yang paling tinggi nilai ekonominya. Sedangkan rumput laut telah dimanfaatkan oleh berbagai macam industri. Di samping itu aspek yang tidak kalah pentingnya adalah budidaya organisme untuk pakan alami, misalnya budidaya plankton dan benthos untuk keperluan budidaya atau usaha-usaha pembenihan. Sementara itu dalam usaha penangkapan biota air, pengetahuan tentang organisme tersebut perlu menjadi landasan agar didapatkan hasil tangkapan yang lestari.

Sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dunia, maka akan meningkat pula aktivitas manusia untuk memanfaatkan sumber daya perairan bagi pemenuhan kebutuhannya. Pemanfaatan sumber daya perairan bagi pemenuhan kesejahteraan manusia diikuti pula oleh meningkatnya buangan atau limbah yang masuk ke badan-badan perairan, hal ini karena perairan dianggap sebagai suatu sarana yang paling mudah dan murah untuk membuang limbah. Perairan yang terkena limbah akan berdampak terhadap biota yang ada di perairan tersebut. Pada air tercemar, biota yang tidak tahan

akan mati, organisme patogen melimpah, sementara biota yang tahan akan mengakumulasi bahan-bahan yang tidak larut dalam air. Apabila biota tersebut dikonsumsi manusia, maka akan sangat membahayakan bagi kesehatan tubuh.

Atas dasar inilah diperlukan perlindungan terhadap lingkungan perairan agar pemanfaatan perairan tidak terganggu. Untuk itu diperlukan pengetahuan khusus mengenai biologi organisme air bersih dan air untuk industri sebagai dasar pengelolaan perairan. Dietrick Uhlman (1979) menggambarkan kedudukan hidrobiologi, dengan berbagai disiplin ilmu perairan lainnya ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1.  
Kedudukan hidrobiologi dengan ilmu-ilmu perairan lainnya (Uhlman, 1979).



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apakah yang dimaksud dengan hidrobiologi?
- 2) Apa peranan hidrobiologi dalam pembangunan di negara kita?
- 3) Bagaimana potensi sumberdaya perairan di Indonesia?
- 4) Sebutkan contoh-contoh dari kekayaan sumberdaya hayati perairan kita!
- 5) Sebutkan dua hal yang menyokong awal perkembangan hidrobiologi!
- 6) Bagaimana hubungan antar ekologi perairan dan hidrobiologi?

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan ini, Anda harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 1 tentang sejarah serta Ruang Lingkup Hidrobiologi yang mencakup:

- 1) Batasan.
- 2) Sejarah perkembangan.
- 3) Ruang lingkup hidrobiologi.



## RANGKUMAN

---

1. Hidrobiologi mempelajari semua yang hidup di air. Dengan perkataan lain hidrobiologi adalah bagian dari ilmu biologi yang harus memperhatikan organisme di air, sehingga dikatakan sebagai biologi perairan.
2. Objek yang dipelajari dalam hidrobiologi adalah segala aspek biologi dari kehidupan organisme di air.
3. Organisme air yang dimaksudkan dalam hidrobiologi adalah semua makhluk hidup yang hidup di perairan tawar, payau maupun asin, dari tingkat yang paling rendah sampai yang paling tinggi.
4. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumber daya perairan laut dan pesisir yang sangat luas, di samping memiliki perairan darat yang cukup banyak pula.

5. Dengan sumber daya perairan yang luas maka Indonesia memiliki potensi sumber daya hayati yang banyak. Sementara pengelolaan sumber daya perairan yang ada di Indonesia belum optimal.
6. Sebagai bagian dari komponen perairan maka untuk mempelajari hidrobiologi tidak dapat lepas dari ekologi perairan, yaitu suatu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari kaitan antara organisme dengan lingkungan perairan di mana organisme tersebut hidup.
7. Perkembangan hidrobiologi diawali dengan ditemukannya mikroskop dan *plankton net*.
8. Plankton merupakan organisme yang melayang-layang dalam air dan mudah terbawa oleh arus air. Organisme ini penting dalam pola rantai makanan di perairan, khususnya phytoplankton yang menjadi primer produser yang paling berperan di perairan.
9. Banyak badan-badan perairan di Indonesia yang masih memungkinkan untuk ditingkatkan potensi sumber daya hayatinya. Namun di lain pihak banyak badan perairan rusak karena pemanfaatan yang tidak mengindahkan kaidah kelestarian.



### TES FORMATIF 1 \_\_\_\_\_

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Hidrobiologi adalah pengetahuan yang mempelajari kehidupan organisme di ....
  - A. air laut, air danau dan air sungai
  - B. air laut, air danau, air sungai dan akuarium
  - C. tidak termasuk akuarium
  - D. tidak termasuk air sungai
- 2) Dalam hidrobiologi di pelajari kehidupan ....
  - A. hewan yang hidup di air
  - B. hewan dan tumbuhan yang hidup di air
  - C. plankton-plankton
  - D. organisme mikroskopis
- 3) Yang tidak termasuk sumberdaya hayati perairan, yaitu ....
  - A. kepiting
  - B. pasir laut
  - C. kerang-kerangan
  - D. rumput laut

- 4) Hidrobiologi juga mempelajari biologi ....
  - A. insecta
  - B. laut
  - C. perikanan
  - D. organisme air tercemar
  
- 5) Pentingnya pengembangan hidrobiologi, adalah untuk ....
  - A. mendukung pengembangan perikanan Nasional
  - B. Indonesia Negara Kepulauan
  - C. air sangat penting
  - D. mendukung pengelolaan pencemaran air
  
- 6) Kedudukan plankton sangat penting dalam Rantai makanan di suatu perairan. Pengertian plankton adalah ....
  - A. organisme mikroskopis di perairan
  - B. organisme dan sisanya yang kecil dan melayang-layang dan terbawa arus di perairan laut
  - C. hewan dan tumbuhan kecil yang melayang-layang terbawa arus
  - D. organisme mikroskopis yang melayang-layang dan terbawa arus
  
- 7) Awal perkembangan hidrobiologi di pengaruhi oleh berbagai penemuan, *kecuali* ....
  - A. diketemukannya mikroskop
  - B. diketemukannya ikan-ikan di laut
  - C. diketemukannya plankton net
  - D. berkembangnya oceanografi
  
- 8) Pengetahuan tentang biota air sangat mendukung dalam pengelolaan ekosistem perairan. Satu hal yang kurang bijaksana ialah ....
  - A. pemanfaatan sungai untuk karamba
  - B. budidaya jaring terapung di danau-danau
  - C. pemanfaatan wilayah pantai untuk tambak
  - D. penebangan hutan-hutan bakau untuk pemukiman
  
- 9) Objek yang tidak dipelajari dalam hidrobiologi ....
  - A. biologi hewan air langka
  - B. mikrobiologi akuatik
  - C. transportasi air
  - D. limnobiologi

- 10) Aspek biologi yang dipelajari dalam hidrobiologi ....
- A. siklus hidup biota air
  - B. pengelolaan pasca panen biota air
  - C. embriologi biota air
  - D. fisiologi biota air

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

## Kelompok Organisme Perairan dan Habitat Akuatik

### I. Kelompok Organisme Perairan

Suatu lingkungan tertentu biasanya mempunyai lebih dari satu spesies hewan atau tumbuhan yang disebut dengan suatu populasi spesies. Di antara kesatuan populasi terdapat suatu hubungan yang disebut dengan komunitas. Anggota-anggota suatu komunitas bereaksi terhadap sifat-sifat fisik dan kimia dari lingkungannya dan membentuk suatu ekosistem.

Dalam ekosistem perairan organisme diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu:

- a. Berdasarkan kedudukannya dalam rantai energi atau makanan atau struktur trofik, yaitu:
  1. *Ototrof* atau *produser*: di mana energi matahari pada awalnya ditangkap oleh organisme ototrof dan disimpan dalam ikatan kimia zat organik tanaman. Komponen ini terdiri dari tumbuh-tumbuhan hijau.
  2. *Heterotrof* atau *konsumer*: meliputi organisme yang mendapatkan energinya dengan cara mengkonsumsi ototrof. Organisme yang mengkonsumsi tumbuhan yang disebut herbivora. Herbivora pada gilirannya dikonsumsi oleh karnivora, yang pada giliran berikutnya dikonsumsi oleh karnivora lain yang lebih besar. Oleh karena itu tingkatan di atas tingkatan kedua terdiri dari karnivora atau omnivora.
  3. *Dekomposer* atau *pengurai*: terutama bakteri, yang memecah molekul organik yang kompleks dari organisme mati, menjadi molekul sederhana sehingga dapat digunakan lagi oleh ototrof.
- b. Menurut cara hidupnya, yaitu:
  1. *Plankton*, merupakan organisme yang melayang-layang secara pasif dalam air, dan pergerakannya tergantung pada arus atau gerakan air. Plankton ini terdiri dari phytoplankton yang merupakan plankton dari jenis tumbuhan dan zooplankton yang merupakan plankton dari jenis hewan. Plankton yang dapat ditangkap dengan menggunakan

jaring plankton (*plankton net*) disebut plankton jaring (*net plankton*). Sedangkan plankton yang tidak dapat ditangkap dengan jaringan plankton karena ukuran organisme sangat kecil disebut *nannoplankton*.

2. *Nekton* yaitu organisme yang mampu berenang atau berpindah dengan aktif. Termasuk golongan ini adalah ikan, amfibia, insecta yang dapat berenang dan sebagainya.
  3. *Benthos* yaitu organisme yang hidup di permukaan dasar perairan atau di dalam dasar perairan. Ditinjau dari makanannya benthos ada dua macam yaitu organisme penyaring (*filter feeders*) misalnya pelbagai jenis kerang dan organisme pemakan deposit (*deposit feeders*) misalnya pelbagai jenis siput.
  4. *Perifiton* atau *Aufwuchs* (bahasa Jerman) yaitu organisme yang hidup melekat pada vegetasi akuatik atau di permukaan benda-benda yang terletak di atau muncul dari permukaan dasar perairan.
  5. *Neuston* yaitu organisme yang hidup di permukaan perairan.
- c. Menurut zona (daerah/wilayah) atau sub habitat, dikelompokkan atas:
1. Kolam dan danau (Perairan tenang/lentik)
 

Organisme di kolam dan danau dapat diklasifikasikan dalam 3 wilayah yaitu:

    - a) *Daerah littoral*: pada wilayah ini berair dangkal, penetrasi cahaya matahari dapat mencapai dasar perairan, terdapat vegetasi berakar. Namun pada kolam dan danau yang dikelola mungkin tidak dijumpai vegetasi.
    - b) *Daerah limnetik*: wilayah perairan yang terbuka, tidak dibatasi tepian danau atau kolam.
 

Wilayah ini mulai dari permukaan air sampai kedalaman kompensasi, yaitu kedalaman di mana intensitas cahaya mencapai nilai fotosintesa yang seimbang dengan respirasi. Pada umumnya nilai ini sama dengan 1% intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan air. Komunitas organisme di sini terdiri dari plankton, nekton dan kadang-kadang neuston. Dengan sendirinya pada kolam-kolam yang dangkal tidak dijumpai wilayah ini.

Daerah littoral dan limnetik ini dikenal dengan daerah *yufotik*, yaitu lapisan air yang mengalami penyinaran yang baik.

- c) *Daerah profundal*: merupakan dasar perairan dan lapisan air di atasnya yang tidak lagi mengalami penetrasi cahaya matahari yang efektif. Daerah ini merupakan daerah afotik.
2. Sungai (perairan mengalir/lotik)  
Organisme perairan mengalir dapat diklasifikasikan dalam dua zona (daerah/wilayah) atau sub habitat, yaitu:
- Daerah Riam*: merupakan bagian sungai di mana airnya dangkal tetapi berarus cukup kuat, sehingga mencegah pengendapan sedimen di dasar, dengan demikian dasar sungai bersifat padat. Komunitas organisme yang hidup di sini yaitu organisme benthik atau perifiton yang melekat erat pada substrat padat dan nekton yang dapat melawan arus yang kuat.
  - Daerah arus lambat*: pada daerah ini arus air lemah dan biasanya memiliki kedalaman tertinggi dari wilayah riam. Partikel-partikel di daerah ini memungkinkan untuk mengendap.

Pembahasan tentang organisme perairan tidak menguraikan urutan taksonominya tetapi lebih difokuskan pada aspek ekologi.

Adapun organisme yang sering dijumpai di perairan dikelompokkan menjadi:

- Bakteria
- Algae
- Tumbuhan Tingkat Tinggi
- Hewan

## I. BAKTERIA

Bakteria adalah organisme yang bervariasi dalam bentuk, habitat dan peranannya dalam perairan.

Ukuran bakteri berkisar antara 0,5 mikron - 50 mikron, akan tetapi kebanyakan berukuran kurang dari 10 mikron. Secara umum bentuk bakteri terdiri atas 2 tipe, yaitu bulat yang disebut *Coccus* dan tipe *silinder*, seperti *Bacillus* dan *Vibrio*. Beberapa bakteri dapat bergerak dengan “berenang”, ataupun berpindah dengan cara meluncur, misalnya *Myxobacteria*.

Kehidupan bakteri di lingkungan akuatik, dapat ditemukan pada dasar lumpur, tanaman, biota, dan detritus. Sementara itu ada bakteri yang mampu hidup dalam kondisi anaerob (*obligate aerobes*), dan yang hidup baik dengan adanya oksigen ataupun tidak ada oksigen (bentuk fakultatif). Beberapa bakteri mampu berfotosintesa yang disebut autotrophik, di mana energinya berasal dari metabolisme dan sintesa dari dalam organisme itu sendiri. Ada pula yang disebut sebagai bakteri khemosynthetic, yaitu bakteri yang memperoleh energi dari bahan-bahan anorganik. Namun yang paling banyak dijumpai adalah bakteri heterotrophik, di mana energi yang diperolehnya berasal dari sumber-sumber di lingkungan seperti senyawa-senyawa organik di sekitarnya.

Sejumlah bakteri menyokong komunitas dalam mendapatkan karbon (sebagai karbon dioksida, ammonia nitrogen, fosfat phosphor), dan sulfur (sebagai hidrogen sulfida) dari bahan organik kompleks. Dengan demikian jenis-jenis bakteri tertentu mempunyai aktivitas penting dalam ekologi perairan. Populasi jenis-jenis bakteri tergantung pada bahan-bahan yang ada di badan-badan air. Sebagai contoh bakteri sulfur ditemukan hanya di perairan yang mengandung hidrogen sulfida. Bakteri sulfur hijau tidak nampak pada konsentrasi hydrogen sulfida lebih dari 50 ppm. Bakteri di perairan yang tercemar terutama ditentukan oleh bahan kimia dari polutan (zat pencemar).

*Sphaerotilus* adalah jenis bakteri yang banyak terdapat pada perairan yang mengalami polusi, dan berperan dalam proses perombakan organisme yang sudah mati. *Sphaerotilus* nampak sebagai sekumpulan benang berwarna putih ke-abu-abuan. Chromatium nampak sebagai sel-sel merah dan menjadi indikator untuk tempat-tempat yang mengandung asam sulfida ( $H_2S$ ) dan sedikit mengandung oksigen. Jenis ini dapat berasimilasi ( $CO_2$ ) dengan menggunakan H dari  $H_2S$ .

## II. ALGAE

Sebagian besar dari phytoplankton yang mendiami perairan terdiri dari beberapa jenis algae. Algae terdiri dari 5 phyllum, yaitu:

1. Phyllum Cyanophyta
2. Phyllum Chlorophyta
3. Phyllum Chrysophyta
4. Phyllum Euglenophyta/Rhodophyta

## 5. Phylum Pyrrophyta

### 1. Phylum Cyanophyta

Phylum Cyanophyta disebut juga dengan istilah Alga-biru, Myxophyta, Schizophyta. Phylum ini merupakan tumbuh-tumbuhan tingkat pertama yang dapat berfotosintesa sehingga dianggap sebagai pelopor kehidupan yang terpenting di dunia.

Adapun sifat-sifat yang khas dari Cyanophyta:

- a. Tidak atau belum mempunyai inti yang sempurna. Inti berupa partikel-partikel kromatin yang berkelompok-kelompok. Oleh karena itu alga-biru termasuk golongan *akariota* (tidak berinti), sedangkan tumbuh-tumbuhan yang mempunyai inti disebut *kariota*. Dalam buku-buku botani di Jerman, alga biru ditempatkan di atas Thallophyta dan disebut Schizophyta. Bakteri juga termasuk dalam phylum ini bila dilihat dari cara berkembang biaknya, yaitu dengan cara membelah diri.
- b. Selnya diliputi oleh lendir. Oleh karena itu, Cyanophyta disebut pula sebagai Myxophyta, yang berarti phylum yang berlendir. Sehingga apabila ada plankton berlendir tebal maka menyebabkan susah dicerna oleh ikan.
- c. Pada umumnya berwarna hijau biru atau biru. Oleh karena bagian dalam dari plasma selnya terdapat klorophyl (warna hijau), karoten (warna kuning), phycocyanin (warna biru), dan kadang-kadang phycoerythrin (warna merah), maka warna alga biru dapat bermacam-macam tergantung pada pigmen apakah yang kebetulan menonjol dalam lingkungannya. Misal suatu saat (musiman) laut Merah terlihat agak merah karena adanya *Tricodesmium erythreum*, artinya pigmen phycoerythrin dominan sedangkan pigmen phycocyanin agak berkurang, kemungkinan disebabkan adanya perubahan metabolisme. Umumnya jenis yang hidup di tempat yang dalam, menunjukkan warna yang kemerah-merahan. Sedang di tempat dengan kedalaman sedang warna biru yang dominan, dan bila di tempat yang dangkal, warna hijau yang menonjol.
- d. Sel mengandung gelembung-gelembung gas dan sering terdapat pada lendir yang menyelimutinya. Alga biru dapat melayang-layang di dekat permukaan air. Hal ini disebabkan alga biru dapat mengatur berat jenisnya terhadap media, sehingga dapat hidup sebagai plankton. Kadang-kadang dalam lendir juga dapat mengikat  $N_2$  dari udara.

Spesies yang dapat mengikat  $N_2$  dari udara ialah *Anabaena azollae* Strasb, *Tolypothrix tenuis*, *Calothrix brevissima*, *Anabainopsis* sp, *Nostoc muscorum*, dan lain sebagainya. *Anabaena azollae* hidup sebagai simbiosis secara interseluler dengan *Azolla pinnata* Presl, mereka dikenal sebagai Pteridophyta yang terapung-apung di sawah-sawah dan kolam-kolam. Oleh karena dapat mengikat nitrogen bebas dari udara, alga biru merupakan pelopor kesuburan di lingkungannya karena ikut menambah persediaan N. Sebagai contoh ketika gunung Krakatau meletus tahun 1883 di daerah lereng semua makhluk hidup habis dan pada tahun 1886 terbukti alga biru dulu yang dapat tumbuh yang kemungkinan berasal dari spora-spora yang terbawa angin dari daerah lain.

- e. Hasil asimilasi berupa karbohidrat dalam bentuk glikogen, tepung dan protein.
- f. Tahan kering. Alga biru yang pernah mengalami kekeringan air beberapa bulan dapat aktif hidup lagi. Spora-spora Cyanophyta terkenal tahan panas atau kering dan dapat hidup dalam stadium spora dalam waktu sangat lama. Umumnya dari jenis *Oscillatoria*.
- g. Tahan panas dalam air. Satu-satunya tumbuhan yang ditemukan hidup di suhu sampai  $70^{\circ}C$  ialah alga biru dari jenis *Oscillatoria*.
- h. Berkembang biak dengan membelah diri atau dengan spora-spora (*dauercel*; bahasa Jerman). Selain *dauercel* pada suatu filamen juga terdapat heterocyst, yang berasal dari sel biasa, isi jernih dan berwarna kuning. Adanya heterocyst seringkali merupakan ciri yang khas untuk determinasi genera. Genus *Oscillatoria* tidak mempunyai spora atau heterocyst, sedangkan *Nostocaceae* mempunyai spora dan heterocyst. Pada *Anabaena*, heterocyst berisi spora-spora.

Cyanophyta terdiri dari familia *Oscillatoriaceae*, *Notocaceae*, *Rivulariaceae*, *Stegionemataceae*, *Chroococcaceae*, *Scytonemataceae* dan *Notohopsidae*. Ada beberapa jenis alga biru yang merupakan makanan utama bagi ikan-ikan bandeng, antara lain: *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Merismopedia*, *Spirulina*, *Nostoc*, dan lain-lain. Adapula jenis-jenis alga biru yang merugikan perairan karena mereka mengeluarkan racun. Ada yang dikeluarkannya ketika masih hidup, ada yang setelah membusuk. Misalnya kasus kematian ikan-ikan yang terjadi di waduk Jatiluhur karena adanya pertumbuhan *Microcystis* yang berlimpah.

## 2. Phylum Chlorophyta

Dalam evolusi alga, Chlorophyta (alga hijau) dianggap langsung berasal dari alga biru, karena ada specimen *Tetrapedia*, *Dactylocopsis* dan *Chlorococcus* yang mempunyai sifat-sifat seperti alga biru dan alga hijau.

Chlorophyta mempunyai sifat-sifat antara lain:

- a. Mempunyai inti, dan chloroplast banyak sekali yang berisi chlorophyll yang berguna sekali untuk asimilasi, khususnya klorophyll a berjumlah paling banyak sehingga menyebabkan warna hijau pada alga ini. Selain chlorophyll a, juga ada pigmen chlorophyll b, karoten dan xantophyll.
- b. Hasil asimilasi adalah karbohidrat dalam bentuk tepung dan protein dalam bentuk pirenoid.
- c. Flagel-flagel sama panjang, baik pada sel vegetatif maupun generatif. Oleh karena itu disebut *isokontae* (iso = sama).
- d. Dinding sel terdiri dari selulosa, untuk beberapa familia dindingnya terdiri dari dua lapis, misal pada Demidiaceae.
- e. Mempunyai cara berkembang biak yang bermacam-macam.

1) Dengan cara aseksual

- a) Dengan cara membelah diri
- b) Membentuk macam-macam spora: zoospora, aplanospora, hypnospora dan autospora.

Sel-sel vegetatif membentuk zoospora dalam jumlah satu sampai banyak. Disebut zoospora karena dapat bergerak dengan dua flagelnya, seperti hewan. Pada genus *Oedogonium* tiap sel hanya membentuk satu zoospora yang besar. Sedang pada *Hydrodictyon*, tiap sel membuat ribuan zoospora.

Genus *Microspora*, tiap sel dapat membuat satu aplanospora yang mempunyai dinding tebal dan tidak mempunyai flagel. Hypnospora mempunyai dinding lebih tebal dari pada aplanospora dan juga tidak mempunyai flagel. Dengan dinding yang tebal ini, spora dapat bertahan dalam lingkungan yang kering. Contoh: genus *Pediastrum*.

Autospora yaitu bila spora-spora ini masih dalam sel, berkelompok dan bentuknya seperti bentuk induknya. Contoh: *Hydrodictyon*, *Scenedesmus* dan *Pandorina*. Beberapa genera dapat membuat spora yang bentuknya seperti bentuk selnya atau

memperpadat diri dengan mengawali makanan dari mediana.  
Contoh: *Oedogonium* dan *Pithophora*.

Pada umumnya zoospora di alam dapat hidup 1 - 2 jam. Genus *Ulothrix* sporanya dapat hidup 2 - 4 hari sedangkan genus *Pediastrum* sporanya hanya tahan 2 - 4 menit.

## 2) Dengan cara seksual

Dua sel bercampur membentuk zygote. Cara berkembang biak seksual ini ada beberapa cara yaitu dengan konyugasi, fusi dan oogami.

### a) Konyugasi

Dengan konyugasi, dimaksudkan adalah dua protoplasma dari dua sel bercampur menjadi satu zygote. Adanya konyugasi merupakan awal cara perkawinan satu spesies dalam dunia kehidupan. Zygote umumnya tahan terhadap kekeringan dalam waktu yang lama, sehingga pembentukan zygote dimaksudkan untuk mempertahankan jenis. Bila keadaan memungkinkan zygote akan tumbuh (Germinasi). Contoh: *Conjugatae*. Konyugasi terjadi bergantian dengan pembelahan sel secara biasa.

### b) Fusi

Perkembangbiakan dengan cara fusi adalah bercampurnya dua isogamet atau dua anisogamet. Genus yang dapat membuat isogamet misalnya *Ulothrix*, sedang yang anisogamet misalnya *Enteromorpha intestinalis* yang hidup di tambak.

### c) Oogami

Perkembangbiakan dengan cara oogami adalah dibentuknya oogonium yang menghasilkan ovum (telur) dan anteridium yang membuat spermatozoid. Genera yang dapat membuat oogonium dan anteridium ialah *Oedogonium* dan *Vaucheria*, namun genera-genera ini juga dapat membuat zoospora bila keadaan memungkinkan. Chara dan Nitella merupakan ordo yang hanya berkembang biak dengan cara oogami.

Phyllum Chlorophyta atau alga hijau ini merupakan phyllum alga yang terbesar di air tawar dan merupakan phytoplankton yang berperan penting di air tawar. Perairan danau-kolam dan sebagainya yang berwarna hijau, sebagian besar disebabkan oleh fitoplankton tersebut. Alga hijau ini penyebarannya luas dan dijumpai pada

perairan yang dipupuk, ada yang hijau di air payau yang berupa benang-benang, seperti *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*. Alga hijau juga ada yang dapat hidup sebagai rumput air, misalnya: *Caulerpa ulva*.

Jenis-jenis ganggang hijau yang sering ditemukan dalam perairan, antara lain:

a) Ordo Volvocales

Nama ordo Volvocales diberikan atas dasar nama dari salah satu generanya, yaitu *Volvox*. Ordo ini merupakan ganggang hijau yang bergerak aktif dengan menggunakan bulu-bulu cambuknya (flagellum). Volvocales terdiri dari spesimen yang uniselluler dan koloni.

Volvocales pada umumnya hidup di perairan tawar yang mengandung bahan-bahan organik seperti di sawah-sawah, rawa-rawa atau kolam-kolam yang dipupuk dengan pupuk kandang. Contoh yang hidup berupa koloni adalah: *Pandorina*, *Plaudorina*, *Eudorina*, *Platydorina* dan *Volvox*.

*Pandorina* sel-selnya berkumpul di tengah merupakan segumpal bola yang dikelilingi semacam lendir.

*Eudorina* sel-selnya merupakan gumpalan bola, namun letaknya agak renggang.

*Volvox* merupakan koloni yang besar, tersusun dari sel-sel semacam *Chlamydomonas* yang bulu cambuknya menghadap ke arah luar. Bulu cambuk inilah yang menyebabkan *Volvox* dapat berpindah tempat. Jumlah sel dalam koloni bervariasi dari 500 - 20.000 sel, tergantung pada spesiesnya. *Volvox aureus* terdiri dari 500 sampai 600 sel, *Volvox globator* merupakan spesimen terbesar dan terdiri dari kurang lebih 20.000 sel.

b) Ordo Chlorococcales

Jenis-jenis dari ordo ini banyak ditemukan di kolam-kolam dan sawah-sawah yang sedang mengalami proses mineralisasi. Bentuknya beraneka ragam ada yang uniselluler dan ada yang merupakan koloni.

Jenis-jenis dari Chlorococcales yang uniselluler dan banyak terdapat di Indonesia ialah: *Chlorococcum*, *Golenkinia*, *Selenastrum*, *Kircheneriella*, *Actinastrum*, *Raphidium*,

*Ankistrodesmus*, *Tetrapedia*, *Richteriella*. Sedangkan yang merupakan koloni-koloni, adalah spesies-spesies: *Herriota*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, *Sorastrum*, *Dyctiophococcus* dan *Hydrodictyon*.

Jenis *Pediastrum* bentuknya mirip dengan “gear sepeda”. *Hydrodictyon* bentuknya seperti silinder yang pada ujungnya merupakan jala kantong. Sel-selnya merupakan segi enam atau segi lima. Panjang dari *Hydrodictyon* dapat mencapai 30 cm, merupakan makroplankton yang tidak bergerak aktif, dan nampak sebagai sekumpulan benang-benang hijau muda yang lembut seperti sutra.

Sedangkan jenis *Chlorococcales* yang kecil sekali ukurannya termasuk nannoplankton yaitu *Scenedesmus*. Jenis ini terkenal sebagai ganggang yang dapat menimbun fosfat dalam tubuhnya.

c. *Ordo Conyugales*

Meliputi familia Zygnemataceae yang berupa filamentous-algae dan Desmidiaceae yang berupa unicellulair algae. *Zygnema* dan *Mongeotia* merupakan contoh-contoh dari Zygnemataceae, yang menjadi indikator perairan yang banyak mengandung mineral. Sedangkan *Spirogyra*, sel-selnya terangkai sebagai benang panjang berwarna hijau, sehingga sering disebut “lumut sutra”. Chlorophylnya tersusun oleh pita yang berbentuk spiral dan terletak di dalam selnya. Pada umumnya dijumpai di perairan-perairan yang dangkal.

Familia Desmidiaceae umumnya berupa uniselluler (bersel tunggal), semua hidup sebagai fitoplankton. Beberapa jenis sel-selnya berangkai sehingga merupakan suatu koloni, misalnya *Desmidium*.

Desmidiaceae menarik perhatian para algolog di seluruh dunia, karena bentuknya yang beraneka macam dan indah. Jenis-jenis Desmidiaceae banyak sekali ditemukan dalam perairan dengan pH antara 5 - 7, sehingga Desmidiaceae digunakan sebagai indikator perairan tawar yang asam. Ada beberapa jenis yang ditemukan di perairan yang tidak asam yaitu *Closterium*, *Micrasterias*. Di danau Ciburii yang pH-nya

sekitar 7,5 dan 8,4 selalu terdapat Desmids, tetapi spesimennya kecil-kecil dan terdiri dari genera *Cosmarium* dan *Staurastrum*. Tiap sel dari Desmidiaceae terdiri dari 2 semi - sel yang simetris bentuknya, inti terletak di tengah-tengah, di mana ada isthmus yang sempit. Dinding sel terdiri dari 2 lapisan konsentris dan lapisan luar membentuk ornamen-ornamen yang indah. Genera yang terdapat banyak di perairan Indonesia ialah: *Micrasterias*, *Staurastrum*, *Closterium*, *Pleurotaenium*, *Triploceros*, *Euastrum*, *Cosmarium*, *Anthrodesmus*, *Xauthidium*, *Spondylosum*, *Onychonema*, *Desmidium*.

Cara berkembang biak dengan membelah diri diselingi dengan konyugasi. Kebanyakan dinding dari desmidia berpori untuk mengeluarkan lendir. Dengan lendir ini mereka dapat bergerak dan saling mendekati guna mengadakan proses konyugasi. Walaupun dindingnya berlapis dua, Desmidiaceae mudah dicernakan, karena terdapat pori di mana enzim-enzim dapat memasuki sel untuk dilarutkan protoplasmanya. Beberapa spesies seperti *Desmidium* dan *Spondylosum* dalam proses pembelahan sel-selnya tetap bergandeng satu sama lain karena adanya lendir yang merupakan filamen, dan tetap bergandeng terus misalnya pada *Micrasterias foliaceae*. Tidak semua sel terdiri dari 2 semi sel yang simetrik, beberapa genera seperti *Penium*, *Mesotaenium*, *Closterium*, *Gonatozygon*, mempunyai bentuk sel yang di tengah-tengahnya tidak terdapat isthmus.

### 3. Phylum Chrysophyta

Phylum Chrysophyta terdiri dari kelas Xanthophyceae, Chrysophyceae dan Bacillariophyceae.

Adapun ciri-ciri Chrysophyta adalah:

- a. Dinding sel diperkuat dengan bahan silikat.
- b. Sel terdiri dari 2 bagian, tutup dan wadah.
- c. Cadangan makanan terdiri dari leukosin (karbohidrat) dan minyak (lemak) yang warnanya agak kuning.
- d. Pigmen terdiri dari karotin dan xanthofil yang berwarna agak kuning. Sehingga Chrysophyta disebut juga alga kuning.

e. Pada stadia generatif, phyllum ini berflagel yang tidak sama panjangnya dan tidak sama bentuknya. Sehingga Chrysophyta disebut juga *Heterokontae*.

a. *Xanthophyceae*

Xanthophyceae mempunyai banyak pigmen xanthofil selain pigmen khlorofil dan karotene, sehingga alga ini berwarna kuning-hijau. Banyak genera ini yang hidup saprofitik walaupun mempunyai pigmen untuk fotosintesis. Contohnya: *Chloromoeba* yaitu amoeba berwarna hijau yang bergerak seperti amoeba biasa (Protozoa) spesies *Chloramoeba heteromorpha*, genus ini dapat berubah-ubah bentuk seperti amoeba biasa. Pada stadia generatif seperti zoospora mempunyai 2 flagel yang tidak sama panjangnya. Bentuknya ada dua macam: *tinsel type*, yang flagelnya ada rambut halus dan *whiplash type* yang bentuknya seperti cambuk. Spesies *Botryococcus braunii* bersifat kosmopolit. Specimen ini tidak menguntungkan untuk ikan karena sukar dicerna. Ditemukan hampir di semua danau besar di Sumatera maupun di Pulau Jawa.

b. *Chrysophyceae*

Contoh genera Chrysophyceae yaitu *Coccolith* spp, *Synura* spp, *Chrysamoeba*. Genus *Coccolith*, sangat kecil (0,5 mm), karena ukurannya tersebut sehingga sebagai makanan ikan tidak begitu penting. Berdinding kapur dan diketemukan sebagai tanah kokolit yang tebal pada dasar laut yang tidak begitu dalam.

Genus *Synura* merupakan koloni kecil yang terdiri dari sel-sel yang berflagel. Genus *Chrysamoeba* bentuknya seperti amoeba yang mempunyai sedikit khlorofil.

c. *Bacillariophyceae (Diatomae)*

Bacillariophyceae berarti bentuknya seperti batang = “bacil”. Tetapi banyak juga sel-sel yang bentuknya tidak seperti batang, misalnya pada genera *Surirella* dan *Biddulphia*.

Sedangkan nama Diatomae berasal dari kata diatom yang artinya terdiri dari dua bagian *epiteka* yang merupakan tutup dan hipoteka yang merupakan wadahnya. Diatomae mempunyai peranan penting untuk perikanan, terutama di laut. Dinding-dinding Diatomae sangat keras, tidak dapat membusuk atau larut dalam air, tetapi strukturnya porous, maka enzim-enzim dapat

melarutkan isi sel Diatomae. Habitat Diatomae dapat berupa plankton, benthos maupun perifiton. Diatomae merupakan makanan ikan yang baru menetas, ikan-ikan kecil dan zooplankton dari Copepoda seperti *Calanus*, *Eucalanus* atau dari golongan *Mysidaceae*.

Atas dasar struktur dindingnya Diatomae dibagi dalam 2 golongan yaitu *Pennatae* dan *Centricae*.

Pada *Pennatae*, tutup dan wadahnya ada Raphe, suatu lubang yang memanjang dari ujung ke ujung di mana lendir dari dalam sel dapat keluar. Bila ada substrat, *Pennatae* dapat bergerak maju atau mundur, khususnya yang bersifat benthik. Sebagian besar hidup di air tawar sebagai plankton. Perifiton atau benthos, mempunyai bentuk yang agak panjang, uniselluler dan tidak mempunyai spina-spina atau chaetae. Bentuk tutup dan wadah golongan *Pennatae* beraneka ragam dan dapat digunakan untuk menentukan jenisnya. Genera *Pennatae* yang kosmopolit ialah: *Navicula*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Cocconeus*, *Surirella*, *Eunoria*, *Pinnularia*, *Nitzschia*, *Epithemia*, *Asterioella*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma* dan lain-lain.

*Navicula* suatu spesies yang sederhana bentuknya terdapat kira-kira 100 spesies yang ditentukan oleh panjang, lebar dan macam-macam garis yang ada pada tutupnya (*Raphe-side*) atau sculpture yang ada di sisinya (*lateral side* atau *girdleside*).

Jenis *Pleurosigma* dan *Gyrosigma* bentuk Raphe-sidenya hampir sama yaitu sigmoid (seperti huruf s) tetapi sculpturennya berlainan. *Gyrosigma* garis-garisnya menentang dalam siku-siku 90°, sedangkan *Pleurosigma* garis-garisnya memotong tidak dalam siku-siku 90°.

Genera *Gyrosigma* dan *Pleurosigma* sering ditemukan sebagai benthos di tambak-tambak sesudah dasar dikeringkan dan diberi air pertama kali. Genus *Surirella* mempunyai sculpture yang indah, merupakan specimen Diatomae air tawar yang terbesar.

*Synedra* dan *Nitzschia* yang bentuknya seperti jarum banyak ditemukan di danau-danau sekitar gunung di Lamongan.

Beberapa genus seperti *Navicula*, *Gomphonema* dan lain-lain dapat menempel dengan lendirnya pada tumbuh-tumbuhan atau pada akar-akar pleuston seperti *Euchhornia crassipes* (eceng gondok), *Pistia stratiotes*, dan lain-lain, sebagai perifiton.

Pada *Centricae* tidak mempunyai *raphe* dan penutup, wadahnya agak bundar seperti lingkaran dan ada gambaran-gambaran atau struktur yang bersifat centrik. *Centricae* sebagian besar hidup di laut sebagai plankton,

waktu melayang sel-sel bergandengan sebagai koloni dan mempunyai bentuk *chaetae* yang beraneka ragam, panjang dan berduri. Hal ini dimaksudkan agar plankton mudah melayang.

Genera dari Centricae yang kosmopolit ialah *Chaetoceros*, *Eucampia*, *Skeletonema*, *Gyrosigma*, *Rhizosolemia*, *Biddulphia*, *Dytilum*, *Stephanodiscus*, *Coscinodiscus*, *Melosira*, *Baeteriastrum* dan *Thalasiothrix*.

Bentuk *Coscinodiscus* seperti petridisc, pada wadah serta tutupnya terdapat *sculpture* yang beraneka warna dan berguna untuk menentukan jenisnya. Pada umumnya untuk determinasi *Diatomae* laut agak lebih mudah dari pada *Diatomae* air tawar, karena *Diatomae* air laut mempunyai *chaetae* yang spesifik bentuknya sedangkan pada *Diatomae* darat harus melihat *sculpture* pada dinding-dindingnya. Genus *Melosira* yang bentuknya agak panjang selalu ditemukan di Rawa Pening.

*Diatomae* sebagai plankton di laut maupun di danau-danau jika mati atau dikeluarkan sebagai feses oleh konsumen, mengendap di dasar dan berada di dasar sampai jutaan tahun tanpa membusuk atau berubah struktur dindingnya, karena dinding *Diatomae* 100% terdiri dari silikat sehingga tidak hancur atau busuk. *Diatomae* mengandung beta karotene dan cadangan lemak yang berupa minyak. *Diatomae* dimakan oleh zooplankton, oleh ikan-ikan kecil maupun ikan-ikan besar seperti ikan hiu dan ikan cod. Karotene sebagai pro vitamin A dapat larut dalam minyak cadangan yang ada pada *Diatomae*, sedikit demi sedikit berkumpul pada organisme yang merupakan rantai makannya dan akhirnya ditimbun dalam hati ikan buas tersebut.

*Diatomae* dapat berkembang biak melalui pembelahan diri dan konjugasi. Pada proses pembelahan diri, inti membelah menjadi dua, tutup dan wadah berpisah dan masing-masing membawa spora dari protoplasma, sesudah itu masing-masing belahan membuat dinding baru sebagai wadahnya. Dengan cara ini maka ada spesimen-spesimen yang menjadi lebih kecil, sampai ukuran tertentu. Spesimen yang mempunyai ukuran terkecil ini harus mengadakan konjugasi. Gumpalan protoplasma, hasil campuran 2 protoplasma ini membesar sampai ukuran protoplasma induknya semula, dan sesudah itu protoplasma membuat hipoteka dan epiteka dengan ukuran sama dengan induknya.

#### 4. Phylum Euglenophyta

Sifat-sifat umum Euglenophyta:

- a. Mempunyai titik merah pada bagian anterior tubuhnya yang dianggap sebagai “mata”-nya dan sensitif terhadap sinar. Oleh karena itu disebut Euglenophyta: eu = sungguh-sungguh, glenos = mata, sehingga Euglenophyta berarti tumbuh-tumbuhan yang sungguh-sungguh mempunyai mata.
- b. Terdiri dari holophytic type, saprophytic type dan holozoic-type. Pada holozoic-type tidak mempunyai “mata”. Holophytic-type mempunyai cadangan makanan karbohidrat, yang disebut paramilum, protein dalam bentuk pirenoid, dan lemak.
- c. Mempunyai flagel yang agak panjang, yang seringkali melebihi panjang tubuhnya. Ada yang mempunyai satu, dua atau tiga flagel. Dalam kista, spesimen-spesimen melepaskan flagelnya dan dapat dibuat lagi bila spesimen-spesimen keluar dari kista dan hidup sebagai plankton.
- d. Mempunyai pigmen klorofil a, klorofil b, dan karotin, warna merah yang ada dalam badannya disebabkan oleh adanya hematokrom.

Pada umumnya *Euglena* spp membelah diri secara longitudinal, selama hidup sebagai plankton. Genera ini dapat membelah diri waktu berada dalam kista (*reproductive-cyste*). Pada spesimen-spesimen yang protoplasmanya tersimpan dalam kotak yang dindingnya tebal, protoplasma keluar dari kotak dan membelah diri, tiap protoplasma hasil pembelahan diri, membentuk kotak baru masing-masing.

Genus *Euglena* dapat membentuk macam-macam kista yaitu :

- a. Protektive cyste  
Cyste ini dibentuk untuk perlindungan terhadap bahan-bahan yang beracun atau sinar matahari yang kuat. Misalnya pada waktu pagi dan sore hari.
- b. Reproduksi cyste  
Ada kemungkinan pada kista tersebut, protoplasma membelah diri dalam 2 atau 4 bagian dan tiap-tiap bagian nanti menjadi satu individu. Dalam kista tiap individu dapat bergerak dengan flagel yang terbentuk.
- c. Temporary cyste atau Resting cyste  
Terbentuk pada individu beristirahat, atau jika ada sinar matahari yang kuat. Dinding-dinding kista dari selulosa ini dapat membuka dalam 2 bagian yang simetrik.

Golongan *Euglena spp* mempunyai dinding seperti membran tipis, lunak. Dengan demikian bentuk-bentuk *Euglena* dapat berubah-ubah, terlebih lagi jika ada substrat. Beberapa *Euglena* dapat bergerak maju dengan memperpanjang dan memperpendek badannya seperti ulat.

Jenis-jenis *Phacus*, dindingnya keras karena periplast mengeras sehingga bentuknya tidak dapat berubah-ubah. Jenis-jenis *Phacus* ini pipih, berwarna hijau, di tengah-tengahnya sering terdapat makanan cadangan karbohidrat-karbohidrat paramilum yang kelihatannya seperti inti besar.

Jenis *Trachelomonas spp* dan *Leposinclis* mempunyai dinding tebal sekali dan bentuk seperti bola atau kotak, didalamnya terdapat protoplasma, mempunyai flagel yang keluar dari dinding yang tebal ini.

Spesies-spesies *Euglenaceae* yang sering dijumpai di Indonesia antara lain *Euglena haematodes*, *Euglena sauguineus* (sauguiness = merah) menyebabkan permukaan air berwarna merah, sedang *Euglena deses* dan *Euglena viridis* menyebabkan kolam berwarna hijau muda, *Euglena spirogyra* yang mempunyai klorofil seperti spiral, *Euglena acus* dan *Euglena oxyuris*.

Spesimen lain yang holofitik yang masih termasuk *Euglenaceae* ialah *Trachelomonas armata*, *T. lispida*, *Phacus pleuronectus*, *P. longicauda*, *P. oxyurus*, *P. anomale*.

Jika terdapat blooming dari *Trachelomonas spp*, maka air kolam berwarna coklat bening seperti mengandung banyak humus. *Trachelomonas spp* bentuknya bulat, pigmen berwarna kuning jernih dan berdinding tebal.

Spesimen ini banyak terdapat pada perairan yang mengalami proses pembusukan dan mengandung sedikit zat asam.

Phyllum Euglenophyta kebanyakan (90 %) hidup dalam air tawar yang banyak mengandung bahan-bahan organik.

## 5. Phylum Pyrrophyta

Nama Pyrrophyta didasarkan atas adanya pirotol suatu kromofil yang terdiri dari fikopirin, piridinin dan klorofil. Sehingga warna berbagai plankter dari phyllum ini beraneka warna, yaitu kuning, kuning hijau, sawo matang dan kemerah-merahan. Phyllum ini juga disebut dengan *Dinoflagellata* karena plankter ini mempunyai dua flagel dan bergerak secara Rotasi (“*dinos*”) yang letaknya pada bagian anterior, kecuali pada *Desmokyttae* di mana dua flagel ini ada pada ujung sel yang bergerombol. Pyrrophyta merupakan satu-satunya phyllum algae yang hanya terdiri dari plankton, baik

di laut maupun di air tawar. Di laut alga ini merupakan produsen primer nomor dua setelah Diatomae. Semua plankton dari phylum ini uniseluler, hanya dua genus yang merupakan filamen, yaitu *Dinobryon* dan *Dinodinium*.

Atas dasar cara mendapatkan makanan, phylum Pyrrophyta dibagi dalam tipe-tipe holofitik, saprofitik, dan holozoik. Dinding sel dari phylum ini bermacam-macam. Banyak golongan dari phylum ini diberi nama atas dasar bentuk dan sifat dari dinding sel ini, misalnya :

- a. Dinding tipis seperti membran dan dapat berubah-ubah bentuknya.  
Contoh: jenis *Gymnodinium*.
- b. Dinding berkotak-kotak seperti panser, tebal (theca) mudah lepas jika ada dalam perut konsumen. Kotak-kotak tersebut terdiri dari selulose, mempunyai bentuk dan sculpture yang bermacam-macam. Contoh: *Peridinium*, sebagian dari tiap sel mempunyai sulkus yang melingkari sel dan dikenal sebagai “ekuator” dan merupakan ciri khas untuk spesimen-spesimen Pyrrophyta.

Makanan cadangan dari phylum ini terdiri dari bahan-bahan lemak, tepung dan protein. Pada jenis yang dinding selnya berkotak-kotak misalnya *Peridinium*, *Ceratium*, berkembang biak dengan membelah diri. Melalui garis-garis tertentu antara kotak-kotak, dua bagian ini memisahkan diri dan tiap-tiap bagian membuat dinding sel baru, atau dalam dinding sel yang berkotak-kotak ini terjadi aplanospora atau zoospora.

Jenis-jenis yang kosmopolit yaitu *Peridinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, *Gonyaulax*, *Dinophysis*, *Noctiluca*, *Pyrrocystis*, *Glenodinium*. Di laut *Gymnodinium* spp dan lain-lain dapat merupakan *Red tide* yang dapat merugikan ikan dan burung guano di Peru. Di perairan tawar, terutama danau-danau besar terdapat banyak Pyrrophyta dari genera *Peridinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium hirudinella* OFM. Plankton dari Pyrrophyta di dalam usus ikan air tawar, terlihat tinggal sisa-sisa dindingnya yang berbentuk kotak-kotak (theca) sedangkan isinya sudah dicernakan.

### III. TUMBUH-TUMBUHAN TINGKAT TINGGI

Pada umumnya tumbuhan tingkat tinggi yang hidup di perairan digolong-golongkan menurut cara hidupnya menjadi beberapa golongan.

1. Tumbuhan-tumbuhan yang muncul di atas permukaan air  
Vegetasi ini merupakan tumbuhan akuatik berakar di dasar yang bagian-bagian utamanya dapat berfotosintesa dan muncul di atas permukaan air. Dengan demikian karbon dioksida bagi produksi bahan makanan didapatkan dari udara, sedangkan zat hara lainnya didapatkan dari bawah permukaan air. Oksigen yang dihasilkan tidak dikembalikan ke dalam air sehingga tidak menguntungkan sebagai sumber oksigen di perairan. Contoh tumbuhan yang termasuk kategori ini ialah *Phragmites karka* (gelagah), *Scirpus littoralis* (mendong), *Limnocharis flava* (genjer), *Nelumbium nelumbo* (teratai besar, lotus, seroja). Tumbuhan akuatik berakar di dasar yang muncul di atas permukaan air bersama-sama dengan tumbuhan tepi, merupakan mata rantai penting antara habitat air dan daratan. Tumbuhan ini digunakan sebagai bahan makanan atau tempat berlindung berbagai hewan amfibi serta merupakan tempat keluar masuk bermacam-macam insekta yang sebagian dari daur hidupnya terjadi di air dan sebagian lagi di daratan.
2. Tumbuh-tumbuhan yang berdaun terapung, berakar di dasar  
Dilihat dari sudut ekologi tumbuhan tipe ini sifatnya sama dengan tumbuhan yang termasuk golongan pertama. Dengan adanya daun yang letaknya horisontal di permukaan air, maka lebih banyak mengurangi penetrasi cahaya matahari. Bagian bawah daun ini merupakan tempat istirahat dan tempat melekatnya telur yang untuk beberapa hewan. Contoh tumbuhan kategori ini ialah jenis-jenis *Nymphaea* misalnya *Nymphaea nouchali* yang terkenal sebagai tunjung putih atau teratai kecil.
3. Tumbuhan yang kadang berakar di dasar dan kadang dalam air dan daunnya muncul di atas air  
Contoh tumbuhan kategori ini adalah *Euchornia crassipes* (enceng gondok) yang dapat berkembang-biak pesat sekali dengan geragih-geragih. Karena akar-akarnya yang rapat maka menahan dan

mengumpulkan lumpur banyak sekali, sehingga mempercepat pendangkalan.

4. Tumbuhan yang daunnya terapung dan akarnya tenggelam dalam air  
Tumbuhan jenis ini menutupi penetrasi cahaya matahari ke dalam air, namun oksigen hasil fotosintesa tidak kembali ke dalam air. Contoh tumbuhan kategori ini adalah *Pistia stratiotes* (kiapu), *Salvinia natans* (kiambang), *Azolla pinnata*, *Lemna paucicostata*.
5. Tumbuhan yang terbenam seluruhnya dalam air (submerged)  
Tumbuhan submerged ini dapat menambah oksigen di air dan mengurangi gas karbon dioksida, di waktu siang hari lewat proses fotosintesa. Tumbuhan jenis ini ada yang berakar di dasar atau pada substrat tertentu, misalnya *Ottelia alismoides* dan adapula yang hidup melayang-layang dalam air misalnya *Ceratophyllum submersum*, *Hydrilla verticillata*. Jenis tumbuhan ini merupakan tempat berlindung bagi anak-anak ikan dan substrat bagi beberapa jenis algae dan organisme menempel.

#### IV. HEWAN

##### 1. Protozoa

Protozoa adalah jenis hewan mikroskopis. Protozoa sendiri dibagi dalam 4 klas yaitu Rhizopoda, Ciliata, Flagellata dan Sporozoa.

###### a. Rhizopoda

Rhizopoda berperan penting sebagai zooplankton di laut maupun di air tawar. Rhizopoda berkembang biak dengan jalan membelah diri dengan spora-spora dan dengan konjugasi. Rhizopoda terdiri dari beberapa ordo, yaitu: Amoebina, Foraminifera, Radiolaria dan Heliozoa.

- 1) *Amoebina* dindingnya terdiri dari thecamoeba yang komposisinya tersusun dari bahan-bahan yang ada di lingkungannya. Namun ada pula yang dindingnya terdiri dari membran yang sangat tipis, yaitu *Amoeba proteus*. Di samping itu Amoeba juga ada yang hidup sebagai bentos. Contoh lain dari ordo ini yaitu *Arcella* dan *Diffugia*.
- 2) *Foraminifera* dan *Radiolaria*, hidup di permukaan sampai dasar laut yang dalam sekali. Dinding dan rangka terdiri dari kapur, silikat dan chitine. Nama Foraminifera didasarkan atas dindingnya yang

bergelombang (foramen), yang merupakan tempat pseudopodia keluar, yang berfungsi untuk menangkap detritus. Nama Radiolaria didasarkan atas pseudopodia yang keluar dari kerangka secara radier untuk menyerap detritus. Fosil-fosil dari radiolaria dan foraminifera dapat digunakan sebagai fosil petunjuk adanya minyak tanah atau untuk menentukan umur lapisan tanah. Genera dari foraminifera yang terkenal sebagai penyusun tanah fosil ialah *Globerina*, *Murmulites* dan *Orbulina*. Foraminifera dan Radiolaria berkembang-biak melalui gamet atau membelah diri.

- 3) *Heliozoa*, adalah suatu protozoa yang bentuknya Radier, seperti matahari, karena pseudopodianya keluar dari tubuh secara raider. Contoh organismenya adalah *Actinosphaerum* dan *Actinocypris* yang hidup di air tawar.

b. *Ciliata*

Organisme ini sebagian besar hidup di air tawar, hanya beberapa saja yang hidup di laut. Ciliata ada yang bersifat sebagai plankton, periphyton dan benthos. Jenis *Paramecium caudatum*, *Verticella*, *Microstoma* merupakan indikator perairan yang polisaprobik. *Balantidium coli* merupakan endoparasit dalam usus-usus vertebrata, sedangkan *Ichthyophthirium* merupakan ektoparasit pada kulit ikan. Ciliata dibagi menjadi *holotricha*, yang berarti seluruh tubuh ada ciliannya, dan *peritricha*, yang ciliannya hanya berada pada pinggir-pinggir badan. Genera Ciliata yang kosmopolit, yaitu *Paramecium* yang bercilia pada seluruh badan yang digunakan untuk bergerak, sedangkan *Stentor* ciliannya halus sekali, serta *Vorticella* ciliannya hanya pada lubang mulut. Familia Tintinnidae sebagian besar hidup di laut dan dinding tubuh terdiri dari Chitine.

c. *Flagellata*

Contoh flagellata yang hidup sebagai plankton yaitu *Noctiluca spp*, *Pyrrocystus*, *Astacia* dan lain-lain. Sedangkan *Tripanosoma*, *Trichomonas*, *Giardia* dan lain-lain hidup sebagai parasit dalam tubuh manusia atau vertebrata lain.

d. *Sporozoa*

Klas Sporozoa tidak ada yang hidup sebagai plankton, semuanya merupakan parasit, misalnya *Plasmodium* merupakan parasit dalam tubuh manusia dan *Myxobolus* merupakan parasit pada ikan.

## 2. Coelenterata

Plankton ini sebagian besar merupakan organisme yang hidup di laut dan estuaria. Plankton ini terdiri dari kelas Anthozoa, Scyphozoa dan Hydrozoa, beberapa generanya hidup di perairan tawar. Suatu yang unik dari Coelenterata adalah adanya nematocyst, yang bermacam-macam dan berfungsi untuk mengeluarkan filamen yang dapat menjerat/menembus mangsa atau melindungi binatang itu sendiri.

Larva dari Coelenterata memiliki cilia dan bergerak bebas, pada stadia dewasa mungkin hidup sebagai polyp yang melekat pada suatu substrat atau sebagai suatu medusa yang berenang bebas. Perubahan bentuk ini adalah spesifik pada siklus hidup dari hydrozoa, seperti pada *Obelia* di laut dan estuaria serta pada *Craspedacusta* di perairan tawar. Di perairan alami, coelenterata pada umumnya adalah predators. Beberapa dari anemon bersifat karnivora dengan memangsa ikan yang berada di atasnya yang mendekati tentakel dari coelenterata. Nama lain dari coelenterata adalah *Cnidaria*.

## 3. Rotifera (Rotatoria)

Rotifera merupakan zooplankton sejati dalam perairan tawar dan air payau, dan umumnya dijumpai di danau-danau, kolam-kolam, rawa-rawa dan waduk-waduk. Rotifera hidup dari nanoplankton dan detritus. Nama rotatoria didasarkan atas sifatnya yang bergerak secara berputar-putar (rotasi) dengan bantuan silianya yang terletak pada bagian anterior di sekitar mulutnya. Dengan bantuan silia, Rotatoria memangsa nanoplankton yang mengalir ke mulutnya. Ovarianya dapat menghasilkan telur-telur yang kemudian menetas (*parthenogenetik*). Perkembangbiakkan secara demikian diselingi dengan munculnya jenis jantan yang kemudian membuahi telur. Terdapat juga *winter eggs* (telur-telur musim dingin) seperti pada *Asplanchna* yang bertelur sebelum permukaan perairan tertutup oleh es.

Rotatoria dibagi dalam 2 golongan yakni loricate yang mempunyai dinding tebal dan keras dan illoricate dengan dinding lunak atau tipis. Genera yang sering dijumpai di Indonesia ialah *Brachionus*, *Cathypna*, *Keratella*,

*Rotifera, Asplanchna, Filinia, Pedalion, Polyarthra, Monostyla, Floscularia* dan *Diurella*.

Ada beberapa genera yang hidup bersama-sama dengan algae seperti *Gloeotricha* dengan *Cyanophyta* dan *Cladophora* dengan *Chlorophyta*.

#### 4. Annelida

Annelida bentuknya silindris, memanjang dan tubuh yang bersegmen, dengan mulut pada salah satu ujung dan anus pada ujung lainnya. Meskipun cacing tanah terrestrial adalah paling umum dari Annelida, namun macam dan jumlahnya juga paling banyak ditemukan di lingkungan estuaria dan di laut. Dari phylum ini dikenal klas *Polychaeta* atau cacing pasir, *Oligochaeta* atau cacing tanah, dan *Hirudinea* atau lintah.

##### a. *Polychaeta*

Sebagian besar dari *Polychaeta* adalah hewan laut, yang memiliki appendage (parapodia) dan biasanya terdapat setae. Permukaan dari parapodia digunakan sebagai daerah pergantian gas-gas pada waktu bernafas. Gerakan dari appendage ini akan menggerakkan air di permukaan dan juga membantu pergerakan tubuhnya. Meskipun kebanyakan berukuran kecil, namun ada beberapa spesies dari genus *Nereis* dapat mencapai 50 cm. Beberapa *Polychaeta* hidup bersembunyi di substrat, sementara lainnya membangun pipa-pipa yang digunakan untuk tinggal secara permanen, dan beberapa spesies dapat berenang. Di estuaria dan laut, sejumlah spesies hidup pada cangkang dari Molluska hidup. Perkembangbiakan dilakukan secara musiman, dan untuk beberapa jenis dapat diketahui periode reproduksinya dengan jelas. Larva dari *polychaeta (Trochophore)* tidak bersegmen dan mengalami metamorphosa untuk menjadi dewasa. Di kenal lebih dari 3000 spesies dari *polychaeta*, dan  $\pm 20$  spesies yang merupakan cacing air tawar. Di Amerika Utara,  $\pm 12$  spesies ditemukan di perairan rawa terutama dari famili *Nereidae*.

##### b. *Oligochaeta*

Pada beberapa *Oligochaeta* akuatik umumnya bereproduksi secara aseksual, namun ada beberapa spesies yang seksual, dengan mengadakan pembuahan di antara dua individu hermaphrodit. Telur dan embriyo yang terkandung dalam kokon melekat pada bahan-bahan yang ada dalam air. Hampir seluruh *Oligochaeta* akuatik hidup di air tawar. Spesies-spesies air

tawar ini tersebar luas pada berbagai macam keadaan perairan, tetapi yang melimpah ada pada perairan yang kaya akan bahan-bahan organik. Famili Tubificidae, dikenal mampu beradaptasi di estuaria dan juga di sedimen yang mendekati kondisi terutama anaerob pada danau-danau yang dalam. *Tubifex-tubifex* atau cacing merah, mencapai kepadatan yang sangat tinggi pada perairan yang tercemar berat. Sejumlah spesies tubificid adalah toleran pada konsentrasi oksigen rendah selama stagnasi musim dingin di danau-danau. Beberapa oligochaeta seperti *Tubifex*, *Dero* dan *Nais* dapat membangun pipa lumpur untuk tempat hidupnya.

### c. *Hirudinea*

Hirudinea umumnya dijumpai di perairan tawar, meskipun ada yang di laut ataupun di darat. Annelida ini bentuknya pipih dan biasanya memiliki alat penghisap yang membantu dalam pergerakan dan untuk melekat ketika makan. Beberapa anggota dari grup ini adalah ektoparasit, pemakan detritus, dan karnivora. Kelimpahan Hirudinea akan mencapai maksimum pada perairan tenang yang mengandung sejumlah besar bahan-bahan sisa (limbah buangan).

## 5. Arthropoda

Arthropoda berjumlah lebih dari seribu spesies, dan yang bersifat akuatik diwakili oleh Crustacea, Insecta dan Arachnida.

### a. *Crustacea*

Crustacea berarti hewan-hewan yang mempunyai cangkang yang terdiri dari chitin atau kapur, yang sukar dicernakan. Crustacea dapat dibagi dalam dua golongan yaitu *Entomostraca* (udang-udangan tingkat rendah) dan *Malacostraca* (udang-udangan tingkat tinggi).

*Malacostraca*, sebagian besar terdiri dari spesies besar seperti kepiting (misalnya: *Scylla serrata* Forsk) dan Penaidae (misalnya: *Penaeus monodon*). Pada golongan ini telur akan menetas menjadi nauplius, metanauplius, zoea, mysis dan juvenil. Sesudah stadium mysis bentuknya berubah sesuai dengan cara hidup dan sifat genetiknya masing-masing. Pada stadium larva inilah Malacostraca merupakan meroplankton yang digemari oleh ikan-ikan di laut. Dari Malacostraca, hanya Mycidaceae dan Euphausiidae yang merupakan zooplankton kasar atau makrozooplankton.

- 1) Entomostraca terdiri dari ordo-ordo antara lain *Branchiopoda*, *Ostracoda*, *Copepoda* dan *Cirripedia*. Entomostraca tidak mempunyai stadium zoea seperti halnya Malacostraca. Entomostraca yang khas sebagai zooplankton ialah Cladocera, Ostracoda dan Copepoda.
  - (a) Branchiopoda, berarti binatang yang mempunyai kaki berinsang. Branchiopoda dapat dibagi menjadi *Eubranchiopoda* (*eu* = sungguh-sungguh) dan Oligobranchiopoda (*oligo* = sedikit). Oligobranchiopoda juga disebut *Cladocera*. Organisme ini merupakan crustacea kecil (mencapai 3 mm panjangnya) ditemukan pada semua tipe perairan tawar dan sedikit di estuaria dan di laut. Cladocera bereproduksi secara parthenogenetik. Pertumbuhan telur terjadi dalam ruang pengeram, yaitu suatu ruang antara tubuh dan carapae yang menyelubungi cladocera betina. Perkembangan embrio terjadi secara langsung artinya tanpa ada stadium larva. Cladocera jantan hanya didapatkan pada saat-saat tertentu saja apabila keadaan lingkungan tidak menguntungkan. Telur-telur yang mengalami fertilisasi berkembang menjadi ephippium yang bercangkang kuat dan sangat tahan pada keadaan kering sekalipun. Keadaan ini menggambarkan peristiwa mempertahankan diri untuk kelestariannya dengan menghasilkan keturunan yang banyak dalam jangka waktu pendek. Jenis-jenis yang sering terdapat di Indonesia ialah *Moina*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus* dan *Macrothrix*. Cladocera sangat berjasa khususnya di danau-danau dan kolam sebagai makanan bagi ikan yang masih kecil. *Daphnia magna* dan *Daphnia carinata* merupakan spesies-spesies besar yang terdapat di daerah subtropik. Eubranchiopoda terdiri dari Anostraca, Conchostraca dan Notostraca. Jenis Anostraca yang ditemukan di Indonesia ialah *Steptocephalus javanicus*, yaitu suatu hewan yang bentuknya menyerupai *Artemia salina* dari Great Salt Lake di USA. Pada golongan Eubranchiopoda telur-telurnya baru akan menetas apabila telah mengalami kekeringan. Golongan Conchostraca hanya terdapat di perairan yang secara periodik mengalami kekeringan. Conchostraca bentuknya seperti remis kecil karena karapas menutup seluruh tubuhnya.

(b) Ostracoda bentuknya seperti biji, mempunyai katup dan panjangnya 1 mm. Dari 2000 spesies kebanyakan berada di laut dan estuaria. Jenis yang ada baik di perairan tawar maupun laut adalah kosmopolit. Ostracoda banyak ditemukan di permukaan dasar lumpur atau di antara vegetasi. Larva berupa nauplius dan umumnya sebagai plankton. Di laut ada suatu jenis yang ukurannya sangat besar, yaitu *Giganto cypris*, di mana bentuknya menyerupai bola.

(c) Copepoda

Crustacea dari Copepoda merupakan hewan kecil yang distribusinya sangat luas baik di perairan tawar, estuaria maupun di laut. Kebanyakan Copepoda mempunyai panjang kira-kira 2 mm dan terdiri dari 6000 lebih spesies, umum ditemukan di laut. Ciri utama dari Copepoda adalah adanya antena panjang pada kepalanya. *Diaptomus*, adalah Copepoda dengan antena terpanjang dan yang pendek pada *Cyclops*. Jenis-jenis Copepoda umumnya merupakan zoo plankton sejati, beberapa golongan ada yang bersifat ektoparasit pada ikan seperti *Argulus*, *Lerne*a dan *Ergasilus*. Kelompok yang termasuk Copepoda ialah *Calanopoidea*, *Cyclopoidea* dan *Haspacticoidea*.

Copepoda dari Calanoida mempunyai antena panjang dengan 23-25 segmen. Diaptomidae termasuk calanoid yang paling umum terdapat di perairan menggenang terutama di daerah limnetik pada danau-danau. Misalnya *Diaptomus*, sangat melimpah pada daerah ini. Calanoid mempunyai kebiasaan makan dengan cara *filter-feeders* yaitu mengkonsumsi organisme kecil dan detritus yang di peroleh karena adanya arus yang dibuat oleh gerakan antenanya. Copepoda ini umumnya bergerak dengan berenang.

Copepoda Cyclopid mempunyai antena yang pendek dengan 6 - 17 segmen. Telurnya sangat unik, dan biasanya diletakkan dalam dua kantong pada bagian lateralnya. Jenis *Halicyclops* hidup di perairan mesohaline. *Cyclops* mempunyai distribusi luas di perairan tawar. Namun kebanyakan Copepoda cyclopid terdapat di daerah litoral meskipun satu atau dua jenis mungkin melimpah di daerah limnetik. Bentuk-bentuk ini mempunyai alat yang digunakan untuk merampas dan menusuk organisme kecil mangsanya. Cyclopid bergerak mempergunakan kedua antena dan kakinya.

Copepoda Harpacticoid antenanya sangat pendek, terdiri tidak lebih 9 segmen dan jarang yang lebih panjang dari cephalo thoraxnya. Badannya hampir silindris dengan sedikit perbedaan antara daerah anterior dan posteriornya. Hampir seluruh genera harpacticoid di Amerika Utara ditemukan baik di perairan tawar, estuaria maupun perairan laut. Di perairan tawar *Canthocamptus* dan *Bryocamptus* adalah yang paling umum, dan seringkali ditemukan di daerah perairan yang dangkal maupun yang dalam. Beberapa genera, termasuk *Tachidus*, *Nitoeira* dan *Mesochra* terutama ditemukan di Estuaria. Pada seluruh badan perairan tawar, harpacticoid terlihat banyak pada daerah litoral, terutama yang ada vegetasinya, bahkan di pantai-pantai di perairan intertidal pada pasir-pasir pantai, sering juga ditemukan Copepoda jenis ini.

Copepoda secara umum sangat luar biasa pentingnya dalam ekonomi perairan alami terdapat dalam jumlah besar dan mengkonsumsi sejumlah besar phytoplankton dan detritus. Pada keadaan tertentu kepadatan Copepoda limnetik di danau mungkin mencapai 1000 organisme per liter. Diperkirakan 85-95% zooplankton estuaria terdiri dari cyclopoid. Daerah penangkapan ikan terbesar di dunia biasanya merupakan daerah yang kaya akan plankton di mana komposisi yang paling besar adalah Copepoda.

(d) Cirripedia

Yang termasuk kelompok Crustacea dari ordo Cirripedia adalah bernakel atau remis. Cirripedia muda selalu bergerak tetapi dalam perkembangan selanjutnya melekat pada bahan-bahan yang ada di air termasuk juga pada hewan-hewan lain. Hampir semua bernakel hidup di laut, hanya sedikit yang hidup di Estuaria yaitu *Balanus improvisus* adalah spesies yang ditemukan tersebar luas di perairan mesohaline.

2) Malacostraca

Crustacea dari Malacostraca mempunyai karakteristik yaitu anggota badan yang abdominal. Hanya sepertiga yang hidup di perairan tawar, sementara lainnya hidup di laut dan estuaria. Kadang-kadang Malacostraca disebut juga sebagai udang tingkat tinggi.

Pada Mycidaceae ada sekitar 300 spesies kecil-kecil, merupakan Crustacea yang mirip udang. Biasanya ditemukan di perairan yang dingin. Hanya satu yang benar-benar hidup di perairan tawar yaitu *Mysis oculata* yang ditemukan di danau-danau bertemperatur dingin di Amerika Serikat.

Malacostraca, terbagi dalam beberapa ordo, antara lain Isopoda, Decapoda dan Amphipoda. Isopoda adalah Malacostraca yang berbentuk pipih. Dari 3000 lebih spesies yang akuatik, hanya sedikit yang dapat beradaptasi di perairan tawar. Spesies yang ada di air tawar adalah dari genus *Asellus* yang sering kali ditemukan dekat dengan tepi-tepi sungai yang berair keruh dan di dasar sungai-sungai, sedangkan isopoda yang kecil *Cyathera carinata*, sementara spesies dari genus *Idotea* terdapat di estuaria Eropa bagian utara dan pantai atlantik di Amerika Utara. Isopoda pada umumnya bersifat nocturnal yaitu melakukan aktifitasnya di malam hari.

Amphipoda dari Malacostraca diketahui ada 3000 spesies, panjang tubuhnya dapat mencapai 20 mm. Sebagian besar hidup di perairan laut dan estuaria. Genus *Gammarus* dijumpai di komunitas perairan tawar, estuaria dan laut.

Crustacea dari Decapoda antara lain udang, kepiting dan udang karang. Dikenal ada 8000 spesies yang kebanyakan hidup di laut dan di estuaria. *Orconectes propinquus* dan *Combarus longus* adalah jenis udang karang. Udang air tawar diwakili oleh famili *Palaemonidae*, yang juga mempunyai anggota yang hidup di laut. Genus *Macrobrachium* adalah udang sungai yang besar, kadang-kadang dapat mencapai 200 mm. Beberapa spesies dari kepiting dijumpai di estuaria.

#### b. *Insecta*

Insecta atau serangga beranggotakan 800.000 species dan kebanyakan hidup di daratan, sedang yang di perairan tawar kira-kira ada 25.000 spesies. Kelompok serangga yang biasa di habitat akuatik terdiri dari *Hemiptera*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Odonata*, *Diptera* dan *Coleoptera*. Berdasarkan perkembangan telur sampai dewasa, serangga dikelompokkan dalam 2 kategori utama yaitu: serangga yang bermetamorfosis sempurna yaitu telur menetas menjadi larva, kemudian menjadi pupa sebelum menjadi dewasa. Contoh kelompok ini adalah Diptera, Trichoptera, Odonata, dan Coleoptera. Sedangkan Hemiptera, Odonata, Plecoptera dan Ephemeroptera adalah

serangga yang bermetamorfosis tidak sempurna. Pada kategori kedua ini telur akan menetap menjadi nympha. Bentuk nympha secara visual seperti serangga dewasa dan bertambah besar setiap kali berganti kulit.

(1) Yang tergolong dalam kelompok Diptera adalah lalat dan nyamuk. Walaupun pada stadia dewasa tidak menduduki habitat akuatik, namun sebagian besar hidupnya dihabiskan di perairan sebagai larva dan pupa. Larva Diptera merupakan sumber makanan bagi ikan. Larva Diptera menjadi penting karena beberapa spesiesnya merupakan vektor bagi penyakit. Misalnya, *Simulium* membawa cacing filaria yang menyebabkan penyakit buta. Larva *Chironomus*, berwarna hijau, makan detritus dan alga. Bila di dalam air kurang oksigen larva ini berwarna merah pekat. Warna merah ini hasil dari pigmen hemoglobin yang disintesis apabila kandungan oksigen rendah. Larva *Chaoborus* merupakan organisme pemakan zoo plankton dan hidup di perairan yang kaya dengan bahan organik.

(2) Serangga dari *Trichoptera* ini bertelur di celah-celah tumbuhan atau substrat yang terendam. Kebanyakan larva serangga ini membuat selubung pembungkus tubuh, biasanya berupa kolom yang memanjang atau seperti silinder. Selubung ini disusun dari pasir, batu, serpihan daun dan ranting. Selubung ini digunakan untuk alat perangkap mikroorganisme. Contoh *Tricoptera* di perairan tawar ialah larva *Hidropsyche*, larva *Leptocella*.

(3) Serangga dari *Coleoptera* dijumpai di habitat akuatik pada stadia larva dan dewasa, sedangkan stadia pupa ada di habitat daratan. Serangga dewasa mempunyai kepek yang keras (elitron) yang berfungsi melindungi kepek belakang yang tipis seperti membran. Larva *Hyphydrus*, *Ilybius* dan *Dytiscus* merupakan karnivora, sedangkan lainnya memakan tumbuhan atau detritus.

(4) Serangga *Hemiptera* pada umumnya hidup di darat, hanya beberapa spesies saja yang hidup di habitat akuatik. Spesies dari *Belostoma*, *Paskia*, *Sigara* dan *Diaprepis* hidup di dasar dan juga berenang aktif di sungai dan perairan menggenang. Spesies yang hidup di perairan bersih, respirasinya dilakukan melalui kulit. Spesies dari *Ramatra*, *Hidrometra* dan *Gerris* dapat bergerak bebas di permukaan air.

(5) Di air tawar serangga *Odonata* diwakili oleh stadia nimphanya yang kebanyakan menjadi makanan ikan. Nimpha *Odonata* mempunyai rahang yang kuat dan besar dan merupakan organisme karnivora, misal *Argia*, *Macromia*, *Anax* dan *Pachydiplax* dijumpai di perairan menggenang, sedangkan *Erpetogomphus* dijumpai di sungai.

(6) Serangga *Plecoptera* dijumpai di perairan menggenang dan di sungai dalam keadaan nimfanya. Nympha serangga ini seperti *Isoperla*, *Capnia*, *Pleronarcys* dan *Chloroptera*, bergerak lambat, hidupnya di celah-celah batu dan makrophyta. Sebagian dari serangga ini adalah karnivora dan sebagian lainnya herbivora ataupun detritifor.

(7) Nimpha dari serangga *Ephemeroptera* dijumpai di perairan yang mempunyai oksigen yang cukup. Nimpha ini mempunyai insang trachea di bagian abdomen dan dua atau tiga filamen dibagian caudalnya. Nimpha *Ephemeroptera* hidup di dasar-dasar sungai, di celah-celah batu atau tumbuhan akuatik. *Pseudocloeon*, *Baetis*, *Hexagenia* dan *Ephemer* biasa ditemukan di perairan menggenang dan membuat lubang di dasar. Nimpha *Ephemeroptera* umumnya adalah herbivor.

#### c. *Arachnoidea*

*Arachnoidea* yang hidup di air antara lain tungau air (*Hydracarina*). Ini umum dijumpai di pelbagai macam habitat air tawar. Beberapa spesiesnya berenang aktif, lainnya diam dan bergerak pelan dalam bahan-bahan sisa algae atau di atas substrat. Beberapa dari tungau adalah bersifat parasit, dan kebanyakan adalah karnivora, yaitu memakan crustacea kecil, cacing-cacing dan binatang-binatang lainnya. Sebaliknya tungau dapat dikonsumsi oleh sejumlah besar organisme termasuk ikan. Beberapa *Hydracarina* adalah berwarna cerah dengan pola-pola yang jelas. *Limnesia* berwarna merah dengan gambaran hitam di bagaian dorsalnya. Kelompok *Pycnogenida* hidup di lingkungan laut dan estuaria.

#### d. *Mollusca*

Secara umum *Mollusca* dapat dipisahkan ke dalam dua kelompok yaitu *Gastropoda* dan *Pelecypoda*. Yang termasuk *Gastropoda* yaitu siput dan moluska lain yang mempunyai satu kulit cangkang yang melingkar. Pada umumnya *Gastropoda* tersebar luas di perairan tawar, estuaria dan laut, siput-siput yang hidup di perairan ini dapat kita golongkan menjadi dua golongan:

- 1) *Pulmonata* yang mempunyai paru-paru dan menggunakan gas atmosfer.
- 2) *Prosobranchiata* yang mempunyai insang dan menggunakan gas terlarut. Dari prosobranchiata yang perlu diketahui ialah *Vivipara* (siput sawah), *Ampularia* (keong gendong), *Melania*. Di tambak-tambak kita kenal adanya *Cerithidea*.

Siput Pulmonata berada di dalam air untuk jangka waktu yang lama, dengan menggunakan membran untuk bernafas. Contoh-contoh siput pulmonata yang terkenal di Indonesia ialah *Limnaea*, *Physa*, *Planorbis*. Kelimpahan gastropoda di pengaruhi oleh pH, carbonat, oksigen terlarut dan makanan. Kebanyakan spesiesnya memakan tumbuhan, dan yang lainnya omnivor.

Pelecypoda ialah molluska yang ditutupi oleh dua kulit cangkang. Tergolong dalam kelompok ini ialah kepak dan tiram yang kebanyakan hidup di laut. Pelecypoda di jumpai terutama di perairan yang mempunyai substrat yang stabil, jernih dan tidak tercemar. Hewan ini terbenam di dalam sedimen dan sifonnya menjulur ke luar. Melalui sifon, air, dan makanan masuk di tapis oleh insang dan silium. Makanan Pelecypoda terdiri dari detritus, mikrobenthos. Contoh hewan ini ialah: *Corbicula fluminea* yang dapat dimakan, dan *Hyriopsis* yang di Jepang dipelihara untuk membentuk mutiara.

#### e. Echinodermata

Hampir 5000 spesies telah diketahui dari Echinodermata dan hampir semuanya hidup di laut. Akan tetapi ada beberapa spesies yang karakteristik di estuaria dan distribusinya terutama ditentukan oleh salinitas. Beberapa jenis Echinodermata di antaranya yaitu *Thyone* ada di pantai Atlantik, *Thyonacta* ada di pantai Gulf dapat masuk estuaria. Jenis *Asterias* dijumpai di estuaria dan umumnya berasosiasi dengan tiram atau karang-karang. *Arbacia* distribusinya luas sepanjang pantai dan seringkali juga terdapat di estuaria.

#### f. Vertebrata

Vertebrata dibedakan dari lainnya karena memiliki vertebrate. Kelompok ini sangat besar dan hampir semuanya ada di perairan tawar, perairan laut maupun di antaranya.

##### 1) Ikan

Ada kelompok ikan salmon yang bersifat *anadromous* yaitu bergerak dari laut ke perairan tawar untuk bertelur. Sedangkan beberapa jenis belut yaitu *catadromous* bermigrasi dari perairan darat ke laut untuk bereproduksi. Di perairan darat beberapa spesies ikan dapat beradaptasi pada perairan menggenang, sedangkan spesies lainnya pada perairan mengalir. Di badan perairan ikan-ikan juga bergerak ke bagian-bagian lain di perairan tersebut, ada yang di perairan terbuka, di dasar atau di

daerah dangkal yang bervegetasi. Dalam rantai makanan spesies-spesies ikan mempunyai adaptasi yang bermacam-macam, ada yang memperoleh nutrient dari detritus organik, dari plankton, dan ada pula yang sebagai predator dari invertebrata (termasuk predator terhadap ikan-ikan lainnya).

#### 2) Amphibia

Kelompok amphibia tidak ada yang dijumpai di laut namun ada beberapa yang larvanya dijumpai di perairan payau. Beberapa amphibia dewasa juga dijumpai di estuaria. Larva dari amphibia umumnya pemakan bangkai (*scavenger*) sedangkan yang dewasa pemakan insekta, cacing-cacing dan organisme kecil lainnya.

#### 3) Reptil

Reptilia dijumpai di perairan laut, perairan tawar dan estuaria. *Biawak galapagos* nampak sebagai kadal laut. Ular-ular khususnya *Natrix* umum dijumpai di estuaria. Beberapa ular hanya hidup di laut terbuka. Buaya hidup di air tawar dan estuaria. Kura-kura dapat hidup di lingkungan laut maupun air tawar dan kadang-kadang nampak di estuaria. Reptil akuatik umumnya karnivora.

#### 4) Unggas dan Mammalia

Bermacam-macam unggas air memakan tanaman dan hewan yang ada di danau, perairan mengalir dan estuaria. Rawa seringkali menjadi tempat bersarangnya. Burung-burung pantai umum dijumpai pada daerah dangkal dan tepian dari suatu badan perairan. Hewan ini mengambil makanan yang dihasilkan dari perairan atau dekat perairan. Di perairan darat dijumpai kerang-kerang dan tikus air. Mammalia laut seperti manatee dan dolpin dapat masuk ke estuaria.

### Habitat Organisme Perairan

Pada umumnya, yang kita sebut sebagai habitat akuatik bila baik medium ekstern maupun internnya adalah air. Selain habitat darat (terrestrial) ada tiga habitat utama di biosfir yaitu habitat laut, estuaria dan air tawar. Habitat air tawar dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Perairan menggenang atau habitat lentik, misalnya danau, kolam, rawa.
2. Perairan mengalir atau habitat lotik misalnya mata air, sungai.

Pada bahasan ini akan dibahas tiap-tiap badan perairan tersebut secara terbatas.

## 1. Lingkungan Lautan

Lautan merupakan suatu sistem akuatik yang terbesar di permukaan bumi. Dari ukurannya sudah dapat digambarkan kesulitan apabila kita membicarakan secara utuh sebagai suatu kesatuan. Suatu pendekatan yang dapat dilakukan untuk membicarakan lautan yang begitu luas adalah dengan menentukan perwilayahan di lingkungan lautan.

Secara vertikal seluruh daerah perairan terbuka disebut *daerah pelagik*. Organisme yang hidup di wilayah ini yaitu laut terbuka/lepas disebut dengan *organisme pelagik*. Sedangkan wilayah di dasar laut disebut *daerah benthik* dan organisme yang ada di daerah tersebut dinamakan *benthik*.

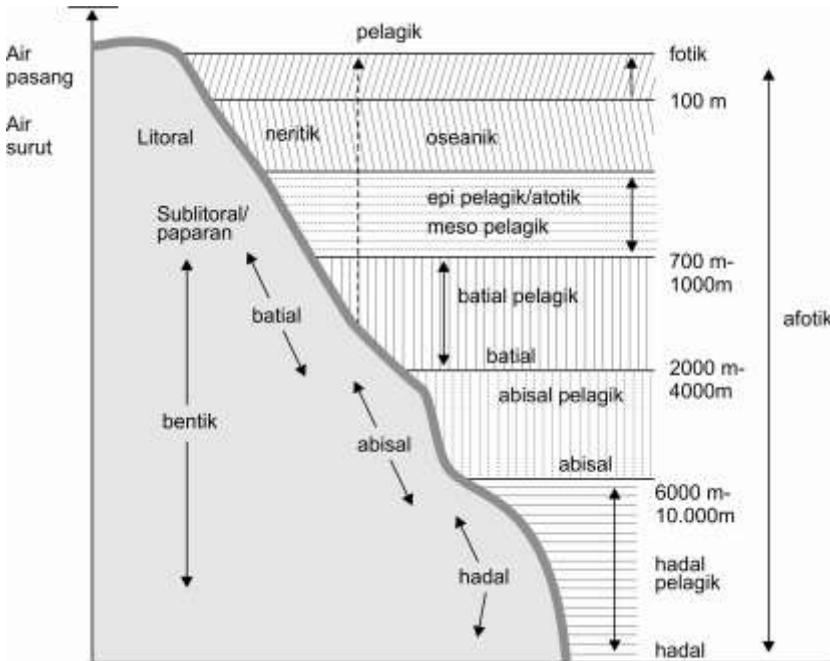
Secara vertikal di lautan selain terdapat daerah pelagik juga ditemui wilayah yang mendapat cahaya atau yang disebut dengan *daerah eufotik* yang sinonim dengan *epipelagik*. Daerah ini merupakan daerah yang penting karena merupakan daerah produktifitas primer di lautan. Pada daerah di mana air laut relatif cerah, cahaya dapat mencapai kedalaman 100 sampai 200 meter, sedangkan di perairan-perairan pesisir yang keruh, penetrasi cahaya matahari efektif hanya mencapai kedalaman 30 meter saja.

Massa air yang selalu berada dalam kegelapan di bawah daerah eufotik disebut *daerah afotik*.

Bagian pelagik dari daerah afotik dibagi lagi menjadi beberapa daerah yaitu 1) Daerah *mesopelagik* yang merupakan bagian teratas dari daerah afotik terletak sampai pada kedalaman 700 - 1000 m. 2) daerah *bati pelagik* yang terletak pada kedalaman antara 700 - 1000 m dan 2000 - 4000 m. 3) daerah *abisal pelagik* terletak antara 2000 - 4000 m dan 6000 m. Perairan terbuka dari palung lautan dalam dengan kedalaman 6000 - 10.000 m disebut daerah *hadal pelagik*. Adanya tiga daerah pelagik yang disebut terakhir, maka ada tiga daerah dasar atau benthik yaitu daerah *batial*, *abisal*, dan *hadal*. Daerah batial ini ada di bagian dasar dari daerah bati pelagik yang meliputi dataran pada kedalaman sampai 4000 m. Daerah abisal, meliputi bagian dasar dari daerah abisal pelagik yang meliputi dataran pada kedalaman sampai 6000 m. Daerah hadal meliputi bagian dasar dari daerah hadal pelagik yang meliputi dataran pada palung lautan dengan kedalaman antara 6000 - 10.000 m (Gambar 1.2).

Secara horisontal, kawasan pelagik dapat dibagi menjadi dua daerah yaitu *daerah neritik* mencakup massa air yang terletak di atas paparan benua, dan *daerah oseanik* meliputi semua perairan terbuka lainnya.

Daerah benthik yang berada di bawah daerah neritik pelagik pada paparan benua disebut *sublitoral* atau daerah paparan. Daerah ini mendapat cahaya dan pada umumnya dihuni oleh organisme yang melimpah yang terdiri dari berbagai komunitas. *Daerah intertidal* atau *daerah litoral* adalah daerah pantai yang terletak diantara pasang tertinggi dan surut terendah. Daerah ini mewakili daerah peralihan dari kondisi lautan ke kondisi daratan.



Gambar 1.2  
Bagian-bagian Laut

## 2. Perairan menggenang: Danau

Danau boleh dikatakan sebagai badan perairan yang semi tertutup yang dilingkungi oleh daratan. Air danau nampak terlihat tidak bergerak dan nampak seperti terperangkap dalam suatu cekungan.

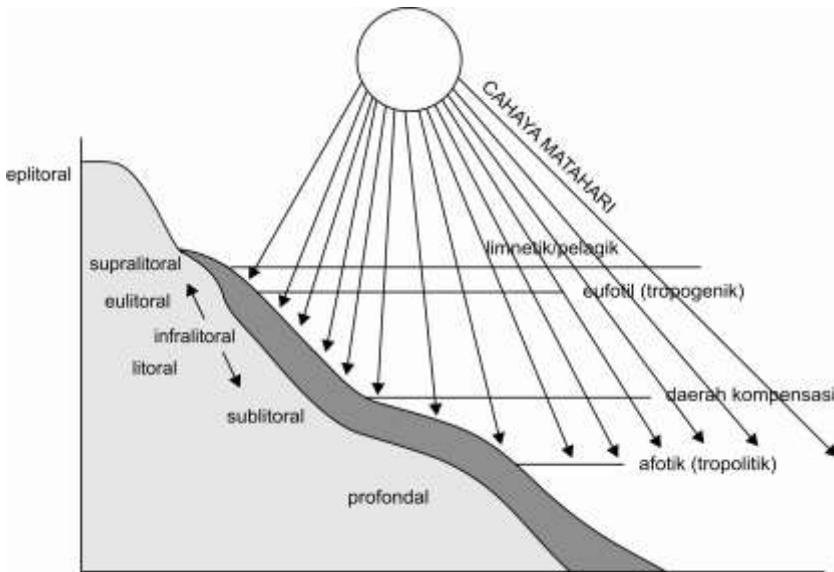
Ekosistem danau mencakup seluruh bagian mulai dari permukaan hingga ke dasar danau. Lingkungan danau dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu *daerah limnetik* dan *daerah benthik*. Daerah limnetik kadang-kadang

disebut pula sebagai *daerah pelagik*, merupakan daerah danau yang tidak dipengaruhi langsung oleh bagian dasar atau pinggir danau. Pada daerah limnetik ini, organisme yang ada harus mampu untuk berenang atau paling tidak dapat mengapung atau pun melayang-layang. Misal plankton dan nekton membentuk komunitas yang penting di daerah ini.

Berdasarkan pada kemampuan cahaya matahari dapat menembus permukaan air, daerah limnetik dapat dibagi menjadi beberapa daerah.

a. *Daerah Eufotik*

Lapisan air yang mengalami penyinaran yang baik disebut dengan *daerah eufotik*. Daerah eufotik ini meliputi dari permukaan air sampai kedalaman di mana intensitas cahaya matahari nilainya sama dengan 1% intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan air. Wilayah atau daerah eufotik ini merupakan daerah produksi, di mana bahan organik dibentuk melalui proses fotosintesa oleh organisme fototrof (terutama terdiri dari fitoplankton). Pada daerah ini didapatkan kadar fotosintesis melebihi kadar respirasi yang dilakukan oleh organisme akuatik, termasuk respirasi yang dilakukan oleh tumbuhan autotrof dan fitoplankton itu sendiri. Oleh karena itu daerah ini juga disebut daerah trofogenik (trofo=makanan, gen=bentuk). Daerah eufotik ditentukan oleh kemampuan cahaya matahari yang masuk ke perairan tersebut. Keadaan ini tidak tetap dan senantiasa berubah-ubah misalnya antara pagi dan petang serta antara kemarau dan hujan. Perubahan daerah eufotik ini juga berkaitan dengan beberapa faktor seperti penyerapan cahaya oleh atmosfer, sudut matahari, permukaan air dan juga kejernihan air. Faktor-faktor inilah yang akan mempengaruhi penetrasi cahaya ke dalam badan perairan (Gambar 1.3).



Gambar 1.3  
Bagian-bagian Danau

*b. Daerah Afotik*

Di bawah daerah eufotik terletak daerah afotik. Pada lapisan ini intensitas cahaya matahari terlalu rendah untuk dapat berlangsungnya fotosintesa. Daerah ini juga disebut dengan *daerah trofolitik* (trofo=makanan, litik=musnah) karena kadar penguraian bahan organik oleh bakteri disini tinggi. Dalam proses ini dibutuhkan oksigen sehingga kadar oksigen di lapisan ini rendah.

*c. Daerah Kompensasi*

Daerah eufotik dan afotik dipisahkan oleh suatu daerah yang disebut *daerah kompensasi*. Pada lapisan air ini kadar fotosintesis adalah seimbang dengan kadar respirasi.

Bagian danau yang berhubungan dengan bagian dasar membentuk suatu lingkungan benthik. Lingkungan benthik ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa daerah yaitu epilitoral, supralitoral, litoral, sublitoral dan profundal.

- 1) Daerah epilitoral merupakan kawasan daratan karena daerah ini ditumbuhi oleh tumbuhan darat. Daerah ini tidak ada kaitan langsung dengan air danau.
- 2) Daerah supralitoral terletak di bawah daerah epilitoral dan masih dianggap sebagai kawasan daratan. Namun daerah ini menerima percikan ombak, sehingga daerah ini umumnya agak lembab. Dapat dikatakan daerah supralitoral ini membentuk suatu ekosistem unik yang menunjukkan peralihan antara lingkungan akuatik dan daratan.
- 3) Lingkungan akuatik yang sebenarnya dimulai dari daerah litoral hingga ke daerah profundal. Daerah litoral dapat dibagi lagi menjadi dua daerah yaitu *eulitoral* dan *infralitoral*. Daerah eulitoral ialah daerah danau yang terendam air hanya pada waktu permukaan air tinggi. Berbeda dengan daerah eulitoral, daerah infralitoral selalu terendam air. Berdasarkan adanya tumbuhan makrofit akuatik, daerah infralitoral dibedakan lagi menjadi tiga bagian yaitu infralitoral atas (dijumpai makrofit berakar yang muncul ke permukaan), infra litoral tengah (dijumpai makrofit berdaun terapung) dan infralitoral bawah (dijumpai makrofit yang tenggelam dalam air).

Daerah litoral (*eulitoral* dan *infralitoral*) merupakan daerah tepi danau yang dangkal oleh karena itu daerah ini dipengaruhi oleh turun naiknya suhu. Kikisan tebing oleh gerakan ombak sering terjadi. Aktifitas suhu dan ombak ini mengakibatkan bagian dasar daerah ini terdiri dari sedimen yang agak kasar. Daerah litoral menunjukkan keanekaragaman yang tinggi. Tumbuhan makrofit yang dijumpai disini merupakan habitat untuk organisme epizoit dan perifiton. Disamping itu sedimen yang ada sangat mendukung untuk kehidupan organisme benthos. Oleh karena itu danau yang mempunyai daerah litoral luas umumnya memperlihatkan produktifitas yang tinggi.

- 4) Di bawah daerah litoral dijumpai daerah sublitoral, yaitu daerah perairan yang cukup dalam yang terbebas dari tumbuhan akuatik yang berakar di dasar. Walaupun daerah ini agak gelap namun masih dapat menyokong organisme fotosintesis misalnya alga dan bakteri dapat menggunakan cahaya dengan intensitas rendah. Oleh karena itu kandungan oksigen di daerah ini pada umumnya juga tinggi. Sedimen di daerah ini mempunyai tekstur yang lebih halus bila dibandingkan dengan daerah litoral.

- 5) Bagian danau yang sangat dalam dan gelap dikenal sebagai daerah profundal. Kisaran suhu rendah dan seragam, kandungan oksigen juga rendah merupakan ciri daerah ini. Pada daerah ini juga dijumpai adanya gas metana dan karbon dioksida yang tinggi. Keadaan lingkungan yang begitu ekstrim ini menyebabkan tidak didiami oleh organisme tertentu.

### 3. Perairan mengalir: Sungai

Terdapat perbedaan besar antara ekosistem sungai dan danau. Pergerakan air yang satu arah merupakan ciri suatu sungai. Secara umum terdapat tiga kondisi yang membedakan sungai dari danau ataupun kolam yaitu: 1) arus, 2) pertukaran tanah dan air, dan 3) tekanan oksigen.

#### a. Arus

Di sungai arus merupakan pembatas utama walaupun adanya arus merupakan suatu ciri utama habitat lotik, namun sulit untuk membedakan sungai dan danau atas dasar arus. Kecepatan arus berbeda-beda pada tempat tertentu di sungai pada waktu yang berbeda pula. Di sungai besar dapat terjadi arus sedemikian lemahnya sehingga tercipta kondisi-kondisi air menggenang. Sebaliknya gerakan-gerakan air di tepian danau yang mempunyai substrat batu atau pasir yang tidak bervegetasi, dapat mengakibatkan kondisi yang menyerupai kondisi di sungai, akibatnya jasad-jasad yang dikenal sebagai jasad danau atau kolam sering ditemukan di sungai yang berarus lemah, sedangkan jasad-jasad seperti sungai dapat ditemukan di bagian-bagian danau yang dipengaruhi gelombang.

Kecepatan arus ditentukan oleh: kecuraman gradien permukaan, halus kasarnya dasar sungai serta kedalaman dan lebar dasar sungai.

#### b. Pertukaran Tanah dan Air

Proses pertukaran antara tanah dan air relatif lebih intensif di sungai sehingga menyebabkan ekosistem sungai bersifat lebih “terbuka” dan metabolisme komunitasnya bersifat “hetero-trofik”. Kedalaman air dan luas penampang membujur sungai lebih kecil dari pada danau. Oleh karena itu pada danau luas permukaan pembatas pertukaran tanah-air relatif besar bila dibandingkan dengan luas pada tempat tertentu di sungai. Ini berarti habitat lotik berasosiasi lebih erat dengan daratan yang mengelilinginya, bila dibandingkan dengan habitat lentik. Kenyataannya ialah bahwa kebanyakan

sungai tergantung dari daratan sekitarnya termasuk kolam-kolam dan danau-danau yang berhubungan dengan sungai-sungai untuk perbekalan energinya. Sungai juga memiliki produsen seperti alga hijau jenis filamen yang hidupnya bertaut pada substrat tertentu, diatom yang menutupi benda-benda yang terdapat dalam air, dan lumut-lumut akuatik. Jumlah dari produser ini tidak cukup banyak untuk mendukung konsumen di sungai yang banyak dan beranekaragam. Sebagian besar konsumen primer yang hidup dalam sungai adalah pemakan detritus yang hidupnya tergantung dari bahan-bahan organik yang hanyut atau jatuh masuk ke air sungai. Bahan-bahan organik ini sebagian besar berasal dari vegetasi terestrial. Dengan demikian jasad-jasad tersebut lebih tergantung kepada rantai makanan, detritus dari pada rantai makanan phytoplankton. Sungai juga berperan sebagai penyuplai energi berupa insekta dan jasad-jasad yang dimakan predator yang hidupnya tidak dalam air, sehingga sungai merupakan suatu ekosistem “terbuka” yang berhubungan erat dengan sistem-sistem terestrial dan lentik.

### c. Tekanan Oksigen

Tekanan oksigen di sungai lebih seragam, dan sedikit sekali atau bahkan sama sekali tidak didapatkan stratifikasi suhu atau kimia. Dangkalnya air, luasnya permukaan air, dan air yang selalu bergerak kesemuanya mengakibatkan kandungan oksigen di air sungai sangat tinggi, sekalipun tidak terdapat tumbuhan hijau dalam air sungai. Tetapi hal ini justru mengakibatkan rendahnya daya toleransi jasad-jasad sungai terhadap perubahan-perubahan kandungan oksigen dan oksigen yang rendah.

Pada umumnya suatu sungai memiliki dua jenis habitat, yaitu riam dan bagian sungai yang berair tenang. Dengan demikian dikenal pula dua jenis komunitas di sungai, yaitu komunitas riam dan komunitas yang hidup di bagian sungai berair tenang. Namun demikian dalam dua kategori habitat itu, jenis dasar sungai yang terdiri dari pasir, batu kerikil, tanah liat atau batu sangat erat kaitannya dengan sifat komunitas dan kepadatan populasi jasad dominan yang hidup di dalamnya.

## 4. Mata Air

Komposisi kimia, kecepatan arus dan suhu air pada mata air relatif konstan. Jasad yang hidup dalam suatu mata air tidak memodifikasi lingkungan hidupnya, sehingga dengan demikian tidak terjadi suksesi. Akibat dari kenyataan ini adalah bahwa mata air yang mengalami perubahan

karena proses fotosintesa dan respirasi segera meninggalkan mata air dan diganti dengan air baru. Dengan demikian komposisi kimiawi air mata air selalu konstan.

Beberapa tipe mata air ialah: (1) mata air panas pada umumnya bersalinitas tinggi dan terdapat di daerah-daerah vulkanik, antara lain di Islandia, Selandia Baru, Amerika Serikat bagian barat dan Afrika Utara; (2) mata air sadah berukuran besar yang terdapat di daerah berbatu kapur di Florida, Denmark, dan Jerman Utara yang airnya bersuhu sama dengan suhu udara kota-kota di daerah- tersebut; (3) mata air lunak, muncul di permukaan bumi lewat batu-batu pasir dan jenis batu-batuan lain. Ukuran mata air jenis ini lebih dipengaruhi oleh keadaan di sekelilingnya, sedangkan kebutuhan jasad yang hidup di dalamnya akan zat-zat organik tergantung dari perbekalan dari sumber-sumber terestrial.

Mata air panas merupakan sebuah mikrokosmos dalam keadaan mantap di bawah kondisi-kondisi ekstrim, menjadikannya perhatian para biologis yang mempelajari teori asal kehidupan dan kemungkinan terdapatnya bentuk-bentuk kehidupan di planet-planet lain. Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilaksanakan di mata air-mata air panas, didapatkan suhu maksimal yang dapat ditoleransi yang memungkinkan terjadinya reproduksi bagi bakteri adalah 88°C, algae biru-hijau adalah 80°C, protozoa adalah 54°C, insekta adalah 50°C dan pada ikan adalah 50°C. Komposisi komunitas dalam pangkal sungai yang langsung mendapatkan perbekalan air dari mata air akan berubah seiring dengan berubahnya kondisi-kondisi ke arah hilir sebagaimana didapatkan pada tiap sungai.

Terdapat hubungan kuantitatif antara air tawar permukaan dan air tanah yang bersirkulasi yang menjamin berfungsinya mata air dan sungai. Diperkirakan bahwa persediaan air bawah tanah adalah sepuluh kali lipat persediaan air tawar di atas permukaan bumi, tetapi persediaan air bawah tanah ini masih jauh lebih sedikit dari jumlah air dalam tudung es kutub. Laju penggantian air bawah tanah jauh lebih lambat dari pada laju penggantian air permukaan. Laju penggantian yang lamban mengakibatkan permukaan air tanah menurun dengan cepat bila air bawah tanah di pompa keluar dalam jumlah banyak. Sebaiknya penggunaan air bawah tanah hanya dapat dibenarkan bila sesudah air tersebut dimanfaatkan dikembalikan lagi ke akuatik.

## 5. Lingkungan Estuaria

Estuaria dapat dianggap sebagai wilayah peralihan (ekoton) antara habitat air tawar dengan habitat laut atau bahari. Air laut disini tercampur dengan air tawar yang berasal dari drainasi daratan. Estuaria (aestus = tide = pasang surut) sangat dipengaruhi oleh pasang surut (pasut). Muara sungai, teluk, rawa pasang-surut dan rawa-rawa di belakang pantai-pantai sepanjang wilayah utara dan selatan pulau Jawa adalah contoh-contoh estuaria.

Sebagian besar dari sifat-sifat biologi dan fisika estuaria bukan merupakan sifat-sifat peralihan antara air tawar dengan laut tetapi merupakan sifat-sifat unik. Di estuaria salinitas berubah sepanjang hari, bulan dan tahun. Dengan demikian jasa-jasad estuaria harus memiliki toleransi yang besar terhadap fluktuasi macam-macam faktor dari estuaria. Misalnya pada umumnya jasad-jasad tersebut bersifat eurihalin yaitu mempunyai toleransi yang lebar terhadap perubahan salinitas dan ada yang bersifat eurithermal, yaitu mempunyai toleransi yang lebar terhadap perubahan suhu.

Karena kondisi-kondisi fisik di estuaria merupakan stress berat bagi jasad-jasad, akibatnya diversifikasi spesies rendah. Tetapi kondisi bahan makanan di estuaria pada umumnya melimpah sehingga kepadatan populasi jasad biasanya sangat tinggi. Estuaria cenderung memiliki produktivitas hayati yang lebih tinggi dari pada perairan bahari (yang membekalinya dengan air laut), dan perairan tawar (yang membekalinya dengan air tawar).

Beberapa hal yang menyebabkan produktivitas estuaria tinggi, yaitu:

1. Estuaria berperan sebagai perangkap zat hara. Ekosistem estuaria subur dengan sendirinya karena: (a). dipertahankan dan di daur ulangnya zat-zat hara oleh benthos, (b). terbentuknya komponen-komponen organik dan detritus, (c). dimanfaatkannya zat-zat hara yang ada di substrat dasar hingga jauh ke dalam oleh aktivitas mikroba, akar tumbuhan atau lewat aktivitas hewan pembuat liang di dasar estuaria. Jadi sebetulnya kemampuan menyuburkan diri sendiri di estuaria adalah suatu proses eutrofikasi alamiah. Namun selain sebagai perangkap zat hara maka estuaria juga berperan sebagai perangkap zat pencemar. Oleh karena itu perlu diwaspadai.
2. Satu keuntungan di estuaria ialah adanya produser yang terdiri dari bermacam tipe yang komposisinya sedemikian rupa sehingga proses fotosintesa terjadi sepanjang tahun. Produser-produser tersebut ialah makrofita (misalnya : adanya pohon bakau, rumput laut), mikrofita

benthik (yang tumbuh di permukaan makrofit dan permukaan hewan-hewan sesil, batu dan dasar perairan), dan fitoplankton. Selain keuntungan di atas juga ada keuntungan lain. Detritus (yang ditumbuhi mikroba) yang dihasilkan oleh aktifitas organisme dekomposer merupakan makanan bagi konsumen. Rumpun laut juga sering ditumbuhi oleh epifiton yang padat dan juga oleh hewan-hewan kecil yang merupakan makanan penting bagi bermacam ikan dan nekton.

3. Estuaria mendapat masukan zat-zat hara lewat pasang surut. Lewat pasang surut ternyata terangkut limbah, bahan makanan, dan zat hara. Dengan demikian banyak organisme menetap/melekat pada suatu substrat karena bahan makanan diantarkan oleh arus pasang surut. Pada umumnya dapat dikatakan bahwa makin tinggi amplitudo pasang surut, makin tinggi pula potensi produksi estuaria, apabila arus pasang surut tidak menyebabkan pengikisan berat.

Dapat dikatakan estuaria merupakan suatu ekosistem yang memiliki tingkat produktivitas hayati yang tinggi, akibat adanya keseimbangan yang baik antara sub sistem-sistemnya. Sub sistem tersebut ialah: (1) daerah produksi, berupa bagian-bagian estuaria yang dangkal, di mana laju produksi primer melebihi laju respirasi. Sub sistem ini yang mengeksport energi dan zat-zat hara ke bagian-bagian estuaria yang lebih dalam dan perairan-perairan yang berbatasan dengannya; (2) sub sistem sedimen, di mana laju respirasi melebihi laju produksi. Pada sub sistem ini zat-zat organik terlarut dan partikel-partikel organik yang berasal dari daerah produksi dimanfaatkan; (3) plankton dan nekton yang bergerak bebas di antara kedua sub sistem tersebut. Organisme ini memproduksi, merubah dan mengangkut zat-zat hara dan energi sambil bereaksi terhadap proses-proses yang berfluktuasi secara berkala.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan klasifikasi organisme air berdasarkan kedudukannya dalam struktur trofik!
- 2) Sebutkan tiga kondisi yang membedakan sungai dari danau atau kolam!
- 3) Apakah ciri-ciri spesifik dari Cyanophyta?
- 4) Mengapa tumbuh-tumbuhan berakar yang muncul di atas permukaan air tidak menguntungkan sebagai sumber oksigen di perairan?
- 5) Mengapa Rotifera disebut pula dengan Rotatoria?
- 6) Berikan uraian cara reproduksi dari Cladocera!
- 7) Sebutkan contoh-contoh diatomae baik dari golongan Pennatea maupun Centricae!
- 8). Sebutkan macam-macam kista yang dapat terbentuk pada genus Euglena!
- 9) Sebutkan bagian-bagian lautan secara vertikal!
- 10) Sebutkan sebab-sebab estuaria dikatakan sebagai perangkap zat hara!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan ini Anda harus mempelajari materi kegiatan Belajar-Belajar 2 tentang kelompok organisme perairan serta habitat organisme perairan yang mencakup:

- 1) Bakteri di perairan.
- 2) Algae di perairan.
- 3) Tumbuh-tumbuhan tingkat tinggi di perairan.
- 4) Hewan-hewan di perairan.
- 5) Habitat laut.
- 6) Habitat danau.
- 7) Habitat sungai.
- 8) Habitat estuaria.



### **RANGKUMAN**

---

1. Organisme di perairan dapat diklasifikasikan berdasarkan kedudukannya dalam rantai makanan, berdasarkan cara kehidupannya dan berdasarkan daerah (sub habitat)
2. Organisme yang ada di perairan terdiri dari kelompok-kelompok Bakteri, Algae, Tumbuhan tingkat tinggi, dan Hewan.

3. Bakteri yang ada di perairan di jumpai ada yang hidup di dasar lumpur, di tanaman, hewan dan detritus. Ada yang obligat aerobics, fakultatif dan ada yang autotrophik, khemosintetik dan kebanyakan heterotrophik.
4. Sebagian besar dari phytoplankton yang mendiami perairan tersusun dari beberapa jenis algae yaitu antara lain: Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta dan Pyrrophyta.
5. Tumbuh-tumbuhan tingkat tinggi yang hidup di perairan digolong-golongkan menurut cara hidupnya menjadi: a. Tumbuh-tumbuhan yang muncul di atas permukaan air, b. Tumbuh-tumbuhan berdaun terapung berakar di dasar, c. Tumbuh-tumbuhan kadang berakar di dasar, kadang dalam air dan daunnya muncul di atas air, d. Tumbuh-tumbuhan daunnya terapung dan akar tenggelam dalam air, e. Tumbuh-tumbuhan yang terbenam seluruhnya dalam air.
6. Hewan-hewan di perairan dikelompokkan dalam: a. Protozoa, b. Coelenterata, c. Rotifera, d. Annelida, e. Arthropoda, f. Mollusca, g. Echinodermata, h. Vertebrata.
7. Suatu pendekatan yang dapat dilakukan untuk membicarakan lautan yang begitu luas dan organismenya, adalah dengan menentukan perwilayahan di lingkungan lautan baik secara vertikal maupun horizontal.
8. Danau merupakan perairan menggenang dan dapat dikatakan sebagai badan perairan yang semi tertutup yang dilingkupi oleh daratan. Dibagi menjadi dua bagian utama yaitu daerah limnetik dan daerah bentik. Daerah limnetik terdiri atas daerah eufotik dan afotik. Sedangkan daerah bentik terdiri dari daerah litoral dan profundal.
9. Pergerakan air satu arah merupakan ciri suatu sungai. Secara umum terdapat tiga kondisi yang membedakan sungai dari danau yaitu adanya arus, pertukaran tanah dan air yang relatif lebih intensif dan oksigen yang lebih seragam.
10. Estuaria merupakan wilayah peralihan antara habitat air tawar dengan habitat laut. Namun sebagian besar dari sifat-sifat biologi dan fisik estuaria bukan merupakan sifat-sifat peralihan antara air tawar dengan laut, tetapi merupakan sifat-sifat unik dengan diversifikasi spesies yang rendah dan kepadatan populasi tinggi.

**TES FORMATIF 2**

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Organisme yang dapat bersifat deposit feeders ialah ....
  - A. plankton
  - B. nekton
  - C. benthos
  - D. periphyton
  
- 2) Bakteri yang obligate aerob ialah ....
  - A. energi diperoleh dari sumber-sumber organik di lingkungannya
  - B. energi dari bahan-bahan organik
  - C. mampu berfotosintesa
  - D. mampu hidup dalam kondisi anaerob
  
- 3) Cyanophyta juga disebut myxophyta karena ....
  - A. pada bagian dalam dari plasma terdapat khlorophyl
  - B. berlendir
  - C. tidak mempunyai inti
  - D. mengandung gelembung-gelembung gas
  
- 4) Desmidiaceae menarik perhatian para algolog di seluruh dunia, karena bentuknya yang beraneka macam dan indah, misalnya ....
  - A. Closterium, Cosmarium, Staurastrum
  - B. Hydrodictyon, Scenedesmus, Pandorina
  - C. Navicula, Gomphonema, Cymbella
  - D. Euglena, Phacus, Trachelomonas
  
- 5) Kelompok algae yang tahan pada suhu panas ....
  - A. Euglenophyta
  - B. Chrysophyta
  - C. Chlorophyta
  - D. Cyanophyta
  
- 6) Kelompok tumbuh-tumbuhan tinggi yang dapat memberikan sumbangan oksigen ke perairan ialah tumbuhan ....

- A. yang berakar didasar dan daunnya muncul di permukaan
  - B. berakar dengan daun terapung akar di dasar
  - C. terbenam seluruhnya dalam air
  - D. daun terapung, akar tenggelam dalam air
- 7) Larva insekta yang merupakan indikator perairan kurang oksigen yaitu ....
- A. *Simulium*
  - B. *Chironomus*
  - C. *Hydropsyche*
  - D. *Baetis*
- 8) Daerah hadal terletak pada ....
- A. palung lautan dengan pedalaman lebih 6000 m
  - B. kedalaman 4000 m - 6000 m
  - C. wilayah dengan cukup cahaya
  - D. masa air yang terletak diatas paparan dunia
- 9) Yang tidak benar untuk istilah daerah kompensasi ialah ....
- A. kadar fotosintesis imbang dengan kadar respirasi
  - B. memisahkan eufotik dan afotik
  - C. kedalaman di mana intensitas cahaya matahari nilainya sama dengan 1 % intensitas cahaya matahari yang sampai permukaan
  - D. daerah tropolitik
- 10) Di bawah ini adalah sebab-sebab produktifitas di estuaria tinggi, kecuali ....
- A. produser terdiri dari makrophyta, mikrobenthik dan fitoplankton
  - B. mendapat masukan dari pasang surut
  - C. adanya salinitas yang berubah-ubah
  - D. estuaria berperan sebagai jebak zat hara

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) B
- 2) B
- 3) B
- 4) A
- 5) C
- 6) C
- 7) B
- 8) D
- 9) C
- 10) B

### *Tes Formatif 2*

- 1) C
- 2) A
- 3) B
- 4) A
- 5) D
- 6) C
- 7) B
- 8) A
- 9) D
- 10) C

## Daftar Pustaka

Barnes, R.S.K. dan K.H. Mann. 1991. *Fundamental of Aquatic Ecology*. Blackwell Scientific Publications. London.

Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia.

Reid, G.K. 1961. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. D. Van Nostrand Company. New York.

Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.

Uhlmann, D. 1978/1979. *Hidrobiologi*. John Wiley & Sons. Chichester.

Welch, P.S. 1952. *Limnology*. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York.