

## MODUL 1

## Ekosistem Perairan

Dr. Suyud Warno Utomo  
Drs. Syahrir A. Chalif

PENDAHULUAN

---

Bumi kita yang terdiri sebagian besar dari lingkungan **aquatik**, mempunyai pengaruh sangat besar terhadap lingkungan daratan terutama yang berbatasan langsung. Di samping itu, lingkungan aquatik diketahui pula mempunyai peranan penting dalam siklus materi kimia. Kehidupan dan pola-pola peri kehidupan yang ada di dalamnya pun berbeda sangat mendasar dengan keunikan tersendiri dibanding dengan lingkungan daratan. Oleh karena alasan mendasar itulah kita harus mencoba memahami lingkungan aquatik dan organisme yang ada di dalamnya, yaitu **ekosistem aquatik**.

Setelah melaksanakan praktikum ini Anda diharapkan dapat menjelaskan prinsip dan konsep ekologi serta menerapkannya dalam pengelolaan lingkungan. Sedangkan secara khusus setelah melaksanakan praktikum ini Anda diharapkan dapat:

1. mengukur faktor-faktor pembatas air tawar;
2. mengukur produktivitas primer perairan.

## KEGIATAN PRAKTIKUM 1

# Faktor-faktor Pembatas Ekosistem Perairan

Dalam bagian ini akan diuraikan secara mendasar bagaimana suatu keadaan atau kondisi, baik secara minimum maupun maksimum yang bertindak sebagai faktor pembatas bagi kehidupan suatu organisme akuatik, baik untuk lingkungan akuatik tawar maupun akuatik laut. Dijelaskan pula hal yang mendasar dari perbedaan keduanya. Dengan demikian, dapat dikatakan setiap lingkungan mempunyai karakteristik tersendiri.

### A. EKOSISTEM PERAIRAN TAWAR

Yang dimaksud dengan ekosistem perairan tawar adalah lingkungan perairan yang terdapat di daratan. Perairan darat adalah perairan yang terdapat di permukaan daratan dan umumnya letaknya lebih tinggi dari permukaan laut. Perairan darat ini pula mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, sampai setinggi air di permukaan taut. Di samping itu perairan darat biasanya hanya sedikit mengandung larutan mineral dibanding perairan laut meskipun pada ulasan kali ini tidak secara khusus akan dibahas.

Secara umum perairan darat dengan berbagai cara akan dipengaruhi oleh sifat daratan yang ada di sekelilingnya sehingga pada perairan darat tertentu dapat mempunyai ciri-ciri khusus yang khas. Oleh karena keberadaannya di daratan, ekosistem ini masih terpengaruh oleh iklim daratan, seperti halnya musim hujan, kemarau, angin, dan lain-lain. Keadaan-keadaan inilah yang bertindak sebagai salah satu pendorong terjadinya perbedaan mendasar dari kehidupan dan peri kehidupan yang ada di dalamnya.

Perairan darat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu perairan tergenang (**lotik**) dan perairan mengalir (**lentik**). Perbedaan mendasar dari keduanya adalah adanya aliran air yang terdapat di dalamnya. Kolam, danau, waduk adalah sebagian contoh dari perairan tergenang meskipun masih ada aliran masuk dan aliran ke uar, tetapi karena relatif kecil dibanding kapasitasnya masih dikategorikan tergenang. Sedangkan sungai, parit merupakan contoh

dari perairan mengalir. Walaupun demikian, antara keduanya tidak mempunyai batas yang jelas.

Faktor-faktor pembatas yang cukup penting pada ekosistem air tawar akan dibicarakan cukup mendalam pada tiap pembahasan.

Faktor-faktor pembatas tersebut adalah berikut ini.

## 1. Suhu

Air mempunyai sifat sebagai stabilisator karena sifatnya yang secara bersama-sama mengurangi perubahan suhu sampai tingkat minimal sehingga perbedaan suhu dalam air lebih kecil dan perubahan yang terjadi lebih lambat dibandingkan di udara. Dengan adanya keadaan inilah jarang sekali kita mendapatkan adanya perbedaan fluktuasi suhu yang mencolok pada perairan. Diketahui pula daerah perairan yang lebih luas biasanya lebih dapat mempengaruhi kecilnya fluktuasi suhu. Walaupun temperatur/suhu air kurang bervariasi, tetap saja suhu merupakan faktor pembatas karena organisme air yang ada umumnya bersifat **stenothermal** (toleransinya sempit).

Cara mengukur suhu perairan

Adanya perubahan berupa kenaikan suhu dapat menyebabkan kenaikan tingkat metabolisme organisme yang ada di dalamnya sehingga diperlukan adaptasi lebih lanjut, di samping juga akan mendorong terjadinya perubahan pola sirkulasi stratifikasi dan gas terlarut. Selanjutnya, akan mempengaruhi kehidupan di dalam air. Suhu air paling baik dan efisien diukur dengan menggunakan sensor elektronis, seperti **thermistor**. Pembacaan dan pencatatan langsung dari thermistor akan lebih memudahkan mahasiswa pemula untuk mengambil profil suhu dari habitat akuatik.

Secara umum suhu/temperatur sangat berpengaruh terhadap organisme yang berada dalam perairan, terlebih lagi organisme air baik hewan maupun tumbuhan yang tergolong dalam kelompok **stenothermal** (kisaran suhu yang sempit). Adanya perbedaan suhu meskipun tidak terlalu besar sudah cukup mengganggu metabolisme organisme air.

Untuk daerah perairan yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu dalam, suhu perairan lebih mudah dipengaruhi oleh sinar matahari maupun angin yang berhembus. Tetapi untuk perairan dalam dan luas, secara umum tidak begitu terpengaruh. Kalaupun ada hanya pada tingkat lebih ke arah permukaan saja. Untuk itu, pada perairan dengan tipe seperti ini wajar bila

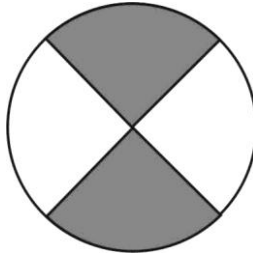
kita temukan jenis-jenis organisme tertentu sesuai dengan kedalaman tertentu pula.

## 2. Turbiditas/Kekeruhan

Penetrasi cahaya sering sekali dipengaruhi oleh zat terlarut dalam air. Akibat penetrasi yang terbatas, akan ikut pula membatasi habitat akuatik tertentu yang masih merupakan zona fotosintesis. Kekeruhan, terutama bila disebabkan oleh lumpur dan partikel yang dapat mengendap, sangat mungkin dianggap sebagai faktor pembatas. Dengan tingkat penetrasi yang terbatas menjadikan semakin terbatas pula organisme untuk melakukan fotosintesis sehingga kurangnya fotosintesis ini akan mengakibatkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut. Di samping itu, kekeruhan yang terlalu tinggi menyebabkan metabolisme organisme menjadi terganggu. Sebaliknya, apabila kekeruhan disebabkan oleh organisme (terutama yang dimaksudkan adalah **plankton** maupun jenis **alga** tertentu), ukuran kekeruhan merupakan indikasi produktivitas yang cukup tinggi.

### Cara mengukur kekeruhan

Kekeruhan dapat diukur dengan alat yang amat sederhana yang disebut Cakram Secchi (diambil dari nama seorang penemunya yang berbangsa Italia), berupa lempeng cakram putih dengan garis tengah  $\pm 20$  cm dengan dua bagian berwarna putih dan dua bagian lagi berwarna hitam, yang digantungkan, kemudian dimasukkan ke dalam air sampai tidak terlihat dari permukaan. Kejernihan air dapat diukur antara beberapa cm pada air yang keruh sampai kedalaman puluhan meter pada perairan yang sangat jernih. Batasan kedalaman antara 0 meter sampai dengan Cakram Secchi tidak terlihat lagi disebut **Kejernihan Cakram Secchi**. Secara umum batas kejernihan ini menandai bahwa pada kedalaman tersebut masih merupakan zona fotosintesis meskipun dalam tingkat yang paling minimum. Lebih dalam dari batas kejernihan cakram Secchi, tumbuhan tidak akan, ditemui karena tidak dapat melakukan fotosintesis, yang berakibat kurangnya kandungan oksigen terlarut.



Gambar 1.1.  
Cakram Secchi untuk Penentuan Kejernihan Air

**Cakram Secchi** dan **Thermistor** adalah 2 alat yang sederhana dan murah yang dapat digunakan oleh mahasiswa pemula untuk mendapatkan gambaran kasar dari hubungan suhu dan cahaya yang amat penting di perairan.

### 3. Cahaya

Cahaya yang dimaksud di sini adalah cahaya yang dapat digunakan untuk proses fotosintesis. Seperti sudah diketahui sebelumnya bahwa daya tembus cahaya ke dalam air dipengaruhi oleh partikel terlarut dan yang tersuspensi. Semakin ke dalam cahaya yang menembus air akan makin berkurang intensitasnya dan berubah komposisi spektrumnya. Misalkan, spektrum cahaya merah hanya dapat menembus sampai kedalaman 4 m, sedangkan spektrum cahaya biru dapat menembus sampai 70 m.

Dengan semakin terbatasnya cahaya matahari yang mampu menembus kedalaman air, semakin terbatas pula kemampuan tumbuhan sejalan dengan kedalaman tersebut. Berarti semakin terbatas pula kandungan oksigen terlarut. Secara otomatis organisme yang berada di kedalaman tersebut harus menyesuaikan diri terhadap keterbatasan oksigen terlarut. Inilah yang mendasari cahaya juga bertindak sebagai faktor pembatas perairan, khususnya pada perairan dalam.

Cara mengukur penetrasi cahaya di dalam perairan

Pengukuran cahaya dapat dilakukan dengan **Light Meter**, namun karena penggunaannya tidak praktis dan merepotkan; biasanya cukup dilakukan dengan pengujian tingkat kekeruhan dan digunakan pula perhitungan tertentu

tentang kemampuan spektrum cahaya dan bias air untuk dapat mewakili pengukuran cahaya.

#### 4. Arus

Arus dapat merupakan faktor pembatas yang penting terutama pada perairan yang arusnya cukup tinggi, seperti sungai. Keberadaan arus yang cukup tinggi akan memaksa organisme yang ada di dalamnya menggunakan gerakan-gerakan tubuh tertentu untuk dapat bertahan ataupun melawan arus. Keadaan inilah yang menjadikan tubuh organisme tertentu yang biasa ditemui di air berarus, mempunyai karakteristik tersendiri, dengan bentuk yang dikenal **streamline** guna memudahkan bergerak dalam air, dibanding bentuk organisme yang biasa berada di air yang tergenang.

Begitu pula dengan tumbuhannya, pada tempat berarus, keanekaragamannya lebih sedikit, yang umumnya apabila berdaun agak lebar, tidak mempunyai batang, dan tidak menancap di dasar (terbawa oleh arus) ataupun apabila mempunyai batang yang menancap di dasar, berdaun kecil, dengan tubuh yang menjulur mengikuti arus. Sebaliknya, pada tumbuhan di air tergenang, berdaun lebar dengan batang panjang yang bahkan dapat sepanjang batas antara dasar dengan permukaan air.

Dengan adanya gerakan-gerakan air, arus juga dapat mempengaruhi distribusi gas terlarut, garam, suhu makanan, serta organisme dalam air. Dengan kondisi seperti ini, semakin jelas bahwa adanya arus dapat mempengaruhi keberadaan organisme perairan. Penelitian mengenai populasi tidaklah lengkap jika tidak menentukan faktor kecepatan aliran.

#### 5. Gas Terlarut dalam Air

Keadaan umum yang mempengaruhi kelarutan gas dalam air adalah berikut ini.

- a. Temperatur/suhu.
- b. Konsentrasi garam terlarut (dapat mengurangi kelarutan gas dalam air).
- c. Kelembaban udara (kelarutan gas besar pada udara kering).
- d. Derajat kejenuhan.
- e. Gerakan air (makin cepat gerakan air, larutan gas makin besar).

Dengan kondisi seperti di atas, memperlihatkan adanya pengaruh tidak langsung antara kandungan gas-gas terlarut terhadap keberadaan organisme perairan.

a. *Konsentrasi gas pernapasan*

Konsentrasi oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen biologis merupakan faktor fisik yang paling penting dalam wilayah perairan karena konsekuensi keberadaannya berhubungan erat dengan keberadaan biota sehingga dapat dianggap sebagai indeks produktivitas perairan. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa konsentrasi gas pernapasan berhubungan erat dengan arus, cahaya, dan kekeruhan. Konsentrasi gas pernapasan, antara lain berikut ini.

1) Oksigen terlarut (**Dissolved Oxygen/DO**)

Sumber oksigen terlarut adalah udara melalui difusi dan agitasi air, dan juga fotosintesis yang dipengaruhi oleh densitas (kerapatan) tanaman, banyak cahaya, dan lama penyinaran. Dalam air terdapat **oxygen pulse** (perbedaan kandungan oksigen) karena adanya perbedaan kecepatan fotosintesis siang dan malam. Sedangkan pengurangan oksigen terlarut dapat dipengaruhi oleh respirasi organisme, penguraian zat organik oleh mikroorganisme, banyaknya oksigen yang dipakai mikroorganisme untuk oksidasi senyawa organik dalam air yang dapat diketahui dengan melakukan uji BOD (**Biochemical Oxygen Demand**), reduksi oleh gas lain, pelepasan oksigen terlarut secara otomatis yang dipengaruhi temperatur dan derajat kejenuhan, dan adanya zat besi maka oksigen akan dipakai untuk oksidasi.

2) Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) terlarut

Karbondioksida terlarut dalam air berasal dari udara (meskipun sangat sedikit), air tanah, dekomposisi zat organik, dan respirasi organisme air. Sedangkan reduksi (berkurangnya) kandungan karbondioksida dalam air dapat disebabkan oleh adanya fotosintesis tanaman air, agitasi air, adanya penguapan ataupun hilang bersama dengan gelembung gas dalam air.

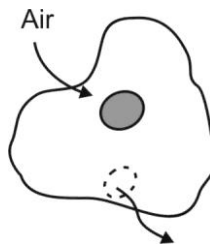
Pengukuran konsentrasi DO, BOD, dan COD jarang sekali dilakukan di lapangan, tetapi dengan membawa sampel air yang akan dianalisis di laboratorium.

Catatan:

Jika diperlukan dan memungkinkan untuk dilakukan pengukuran DO, BOD dan COD dapat Anda lakukan dengan kesepakatan antara kelompok dan Instruktur tempat Anda praktikum.

b. *Konsentrasi garam biogenik dalam air*

Hampir pada semua ekosistem air tawar, senyawa nitrat dan fosfat merupakan faktor pembatas. Na dan K biasanya terdapat dalam konsentrasi kecil. Sedangkan kalsium (Ca) yang banyak dalam bentuk karbonat, dan magnesium (Mg) yang penting dalam pembentukan klorofil, merupakan ion-ion terbanyak dalam air tawar. Kadar garam yang rendah merupakan ciri dari perairan darat, yang menjadikan fisiologis tersendiri karena konsentrasi garam dalam cairan tubuh atau sel lebih besar daripada lingkungan air tawar (yaitu yang disebut cairan **hipertonik**) maka air cenderung untuk masuk ke dalam tubuh secara osmosis bila selaputnya (membran) dapat ditembus air/**permeable** atau kadar garam akan tinggi bila membran relatif tidak permeable seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1.2.

Adaptasi Sel terhadap Kadar Garam di Perairan Tawar

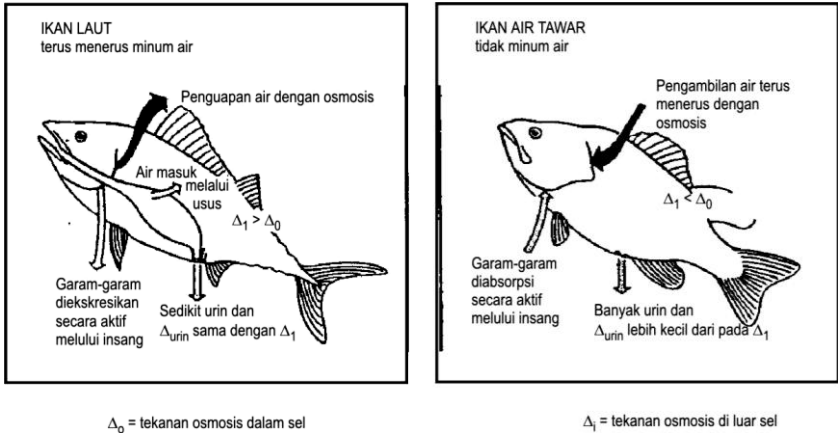
## B. EKOSISTEM PERAIRAN LAUT

Yang dimaksud dengan ekosistem perairan laut adalah lingkungan perairan yang memisahkan daratan. Hampir 70% dari permukaan bumi ini terdiri dari perairan laut sehingga ciri utama dari perairan laut ini adalah habitatnya yang tidak terisolasi dan berhubungan satu sama lain. Dengan keadaan ini penyebaran organisme yang ada di dalamnya menjadi tidak terbatas. Walaupun demikian, pada wilayah-wilayah tertentu mempunyai karakteristik tersendiri sebagai faktor pembatas organisme yang ada.

Faktor-faktor pembatas pada perairan laut umumnya masih sama dengan faktor pembatas yang ada pada perairan darat, tetapi yang terpenting adalah adanya kadar garam yang lebih tinggi dibanding dengan perairan darat. Kadar garam yang berbeda inilah yang menyebabkan terjadinya osmoregulasi



(pengaturan tekanan osmosis) pada biota yang ada di dalamnya, seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1.3.  
Adaptasi Organisme Air



## LATIHAN

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

- 1) Menurut Anda, apa yang dimaksud dengan faktor-faktor pembatas perairan?
- 2). Mengapa oksigen dan karbondioksida bertindak sebagai faktor pembatas utama di perairan? Jelaskan!
- 3) Apa kaitannya cahaya matahari yang masih dapat menembus kedalaman dengan ketersediaan oksigen dalam air? Jelaskan!

*Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Yang dimaksud dengan faktor-faktor pembatas perairan adalah sejumlah faktor atau keadaan/kondisi yang bersifat sebagai penghalang dari organisme perairan untuk dapat berada ataupun melakukan penyebaran.

Di luar dari faktor tersebut, organisme mendapat kesulitan untuk dapat hidup bahkan bisa menyebabkan kematian.

- 2) Oksigen dan karbondioksida bertindak sebagai faktor pembatas karena keberadaannya di dalam perairan yang dalam jumlah terbatas, terutama karena tidak mampunya oksigen dan karbondioksida menembus air. Proses difusi yang dapat dilakukannya pun dalam jumlah yang terbatas.
- 3) Masih mempunyai cahaya matahari menembus kedalaman air, dapat menjadikan organisme yang ada terutama tumbuhan untuk mampu melakukan proses fotosintesis. Dengan kegiatan fotosintesis berarti akan dihasilkan sejumlah oksigen sebagai salah satu hasil akhirnya yang ikut menambah kandungan oksigen terlarut.



## RANGKUMAN

---

Sama halnya dengan lingkungan darat, pada lingkungan perairan juga mempunyai beberapa faktor pembatas terutama bagi kehidupan dan penyebaran organisme yang ada di dalamnya. Beberapa faktor pembatas diantaranya adalah sama dengan lingkungan darat, hanya saja faktor keberadaan oksigen dan karbondioksida yang ada, serta kekeruhan yang berkaitan dengan kedalaman merupakan ciri khas tersendiri yang tidak dijumpai di lingkungan daratan.

Keadaan ini terutama berhubungan dengan kurangnya kemampuan gas untuk berdifusi ke dalam air sehingga pada kedalaman tertentu di mana cahaya sudah tidak dapat menembus dan kegiatan fotosintesis sudah tidak dapat berlangsung akan berakibat pada kecilnya kandungan oksigen yang ada. Akibatnya, hanya kecil kemungkinan organisme dapat berada di dalamnya.



## TES FORMATIF 1

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Yang termasuk perairan lentik adalah ....
  - A. kolam
  - B. danau
  - C. waduk
  - D. sungai

- 2) Organisme perairan pada umumnya bersifat **stenothermal**, artinya ....
- A. mempunyai toleransi sempit
  - B. menurunkan suhu tubuh
  - C. meningkatkan metabolisme tubuh
  - D. menyesuaikan suhu tubuh dengan suhu air
- 3) Untuk mengetahui banyaknya oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme air, dapat dilakukan dengan uji ....
- A. DO
  - B. BOD
  - C. COD
  - D. CO

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 Praktikum 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 Praktikum 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN PRAKTIKUM 2

## Produktivitas Primer Kolam

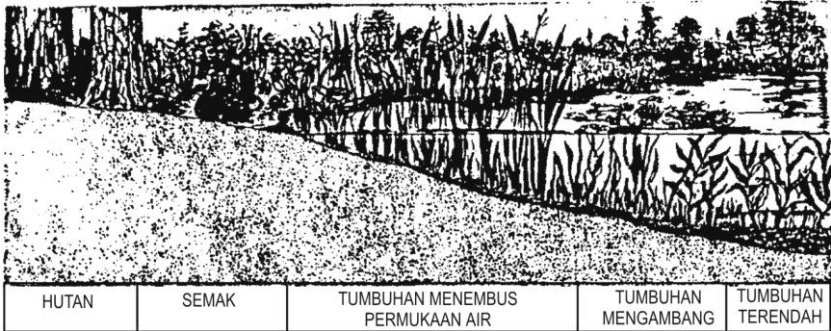
☉ Dalam mempelajari setiap ekosistem, seseorang ahli ekologi selalu bermula dari mencari sumber energi ekosistem tersebut. Tidak mungkin adanya suatu kolam dengan segala kehidupannya tanpa ada energi di dalamnya. Dengan adanya energi dan arus energi dapat menjamin keberlangsungan kehidupan organisme yang ada.

Berbicara mengenai produktivitas, berarti kita membicarakan makhluk hidup yang dianggap mampu atau dapat menghasilkan makanannya sendiri (yang identik dianggap sebagai energi). Makhluk hidup tersebut adalah tumbuhan. Dengan kemampuannya, tumbuhan dapat membuat makanannya sendiri sehingga dikenal dengan istilah **autotrop**, seperti terlihat dalam reaksi berikut ini.



Gambar 1.4.  
Skema Proses Fotosintesis pada Tumbuhan

Pada suatu kolam alam, secara alami pula kita akan mendapati tumbuhan yang berakar pada dasar kolam yang bagian atasnya ke luar dari permukaan air, seperti teratai (*Nymphaea* sp.), eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan Cyperaceae (seperti *Scirpus grossus*). Eceng gondok adalah tumbuhan yang mula-mula berakar pada dasar kolam, namun kemudian sebagian lepas dari substratnya, dan mengapung di air. Sering pula kita melihat tumbuhan yang terapung selamanya di permukaan air, seperti kiambang (*Azolla pinnata*) dan semanggi (*Marsilea crenata*). Seperti terlihat pada Gambar 1.5, tumbuhan-tumbuhan ini hanya dapat hidup di permukaan air yang cukup mengandung mineral.

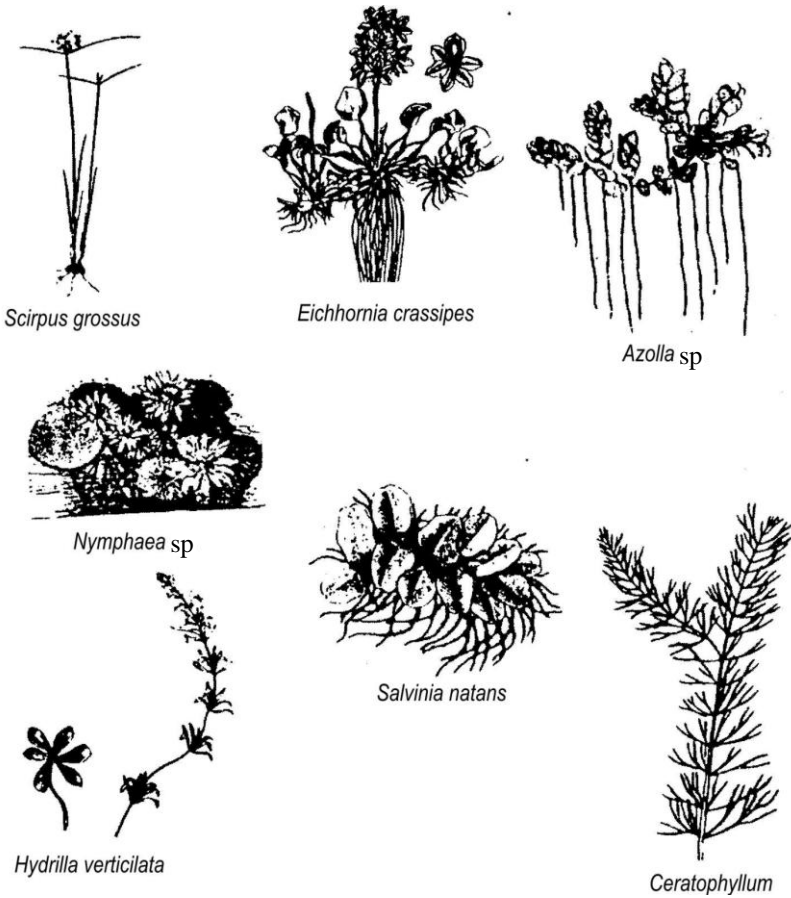


Gambar 1.5.  
Penampang Melintang Kolam Alam

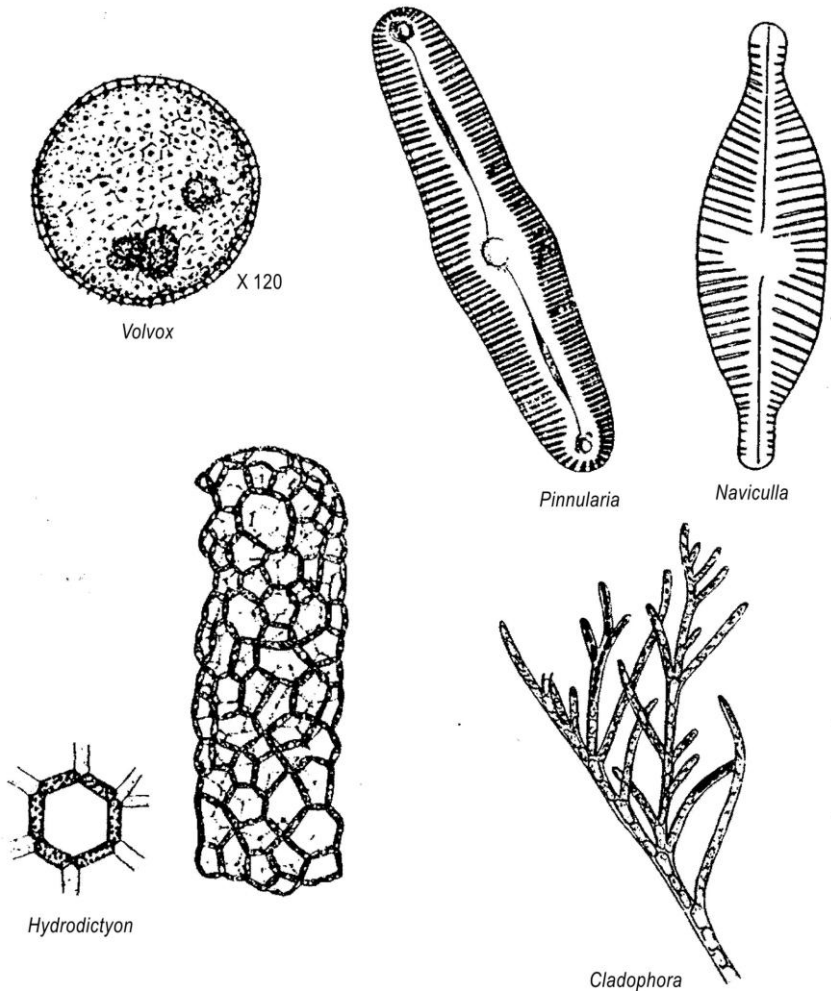
Sementara itu di dalam air juga sering kita temukan tumbuhan tingkat tinggi yang berakar pada dasar kolam, umpamanya *Hydrilla verticillata*. Ada juga tumbuhan yang hidup melayang-layang di dalam air, seperti *Ceratophyllum*, seperti terlihat pada Gambar 1.6.

Masih dalam kolam yang sama, juga akan dijumpai adanya ganggang/alga sebagai penghuni alam. Keberadaan alga ini apalagi dalam jumlah yang banyak sering ditandai dengan warna air kolam yang agak berbeda seperti berwarna agak kemerahan, coklat, hijau, dan sebagainya tergantung dari jenis dominan alga/ganggang yang ada.

Ganggang yang biasa terdapat pada kolam terutama dari *Diatomae*, antara lain adalah *Navicula* dan *Pinnularia*, alga hijau seperti *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Cladophora*, dan *Hydrodictyon*, maupun alga biru seperti *Nostoc*, seperti terlihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.6.  
Beberapa Jenis Tumbuhan Kolam



Gambar 1.7.  
Beberapa Alga sebagai Produsen Kolam

Beberapa macam alga/ganggang ini merupakan produsen penting bagi kolam. Meskipun demikian, alga dan semua tumbuhan air yang disebutkan di atas tadi bukanlah produsen utama bagi ekosistem perairan.

Apabila diperhatikan dari air kolam yang sama, ternyata masih ada kelompok makhluk hidup yang melayang-layang di dalam air, hampir tidak

terlihat dengan mata biasa karena ukurannya yang kecil sekali, tetapi dapat terlihat dengan bantuan mikroskop. Kelompok ini dinamakan **plankton**, yang terdiri dari sebagian besar tumbuhan (dikenal sebagai **phytoplankton**), sebagian **Protista**, dan sebagian lagi hewan (dikenal sebagai **zooplankton**). Dari sejumlah penelitian diketahui bahwa produksi makanan di kolam dan di perairan lainnya adalah terutama hasil fotosintesis organisme plankton ini sehingga plankton dianggap sebagai penyumbang produsen utama terbesar dari perairan. Namun, secara keseluruhan, baik dari tumbuhan air, ganggang, maupun plankton dapat dianggap sebagai produsen utama perairan. Jumlah spesies yang membentuk plankton dari satu perairan ke perairan yang lain adalah bervariasi tergantung keberadaan dan kandungan material perairan.

Dapat dibayangkan dengan sejumlah organisme penghuni kolam yang berfotosintesis, akan membentuk sejumlah gula **glukosa** (dapat dianggap sebagai cadangan makanan) dan oksigen yang terlarut di dalam air. Besarnya kemampuan seluruh organisme yang ada untuk dapat menggunakan energi lingkungan guna membentuk senyawa organik dengan kegiatan fotosintesis, dikenal dengan istilah **Produktivitas Primer** (dalam hal ini kolam). Atau dapat pula dinyatakan sebagai indeks kemampuan penggunaan cahaya matahari sebagai sumber energi, yang dapat dipakai/menunjang kegiatan metabolisme organisme (dalam hal ini fotosintesis). Dengan semakin besarnya produktivitas primer ini, maka semakin besar kemampuan ekosistem (kolam) untuk dapat menjaga kesinambungan kehidupan biota yang telah terbentuk atau ada sebelumnya.

Seberapa pun besarnya oksigen terlarut, umumnya masih dapat diimbangi dengan sebesar pemakaiannya oleh biota-biota penggunaannya, seperti ikan dan kerang. Ketersediaan oksigen, seperti telah diungkap sebelumnya juga ikut dipengaruhi secara langsung oleh luasnya permukaan air, besarnya arus, kandungan zat organik, dan suhu. Sedangkan **turbiditas** dan intensitas cahaya secara tidak langsung dapat mempengaruhi ketersediaan oksigen terlarut.

## A. CARA MENGUKUR PRODUKTIVITAS PRIMER

Untuk dapat mengetahui dan mengukur tingkat produktivitas primer dalam suatu perairan tak mengalir (**lotik**), misalnya kolam, dapat kita buat perkiraan kasar sebelumnya dengan melihat kekeruhan dan warna airnya. Kalau kekeruhan tinggi akibat adanya biota (yang ditandai dengan rendahnya



kejernihan cakram Secchi) ditambah lagi warna air yang tidak lazim akibat *blooming* dari suatu ganggang maka dapat diperkirakan tingginya tingkat produktivitas primer dari kolam tersebut. Namun, untuk mendapatkan hasil lebih akurat lagi harus dilakukan serangkaian tes yang memang khusus digunakan bagi pengukuran produktivitas primer perairan.

Seperti diketahui bahwa produktivitas primer suatu ekosistem air adalah laju penggunaan energi lingkungan untuk membentuk senyawa organik dengan kegiatan fotosintesis. Dalam kawasan perairan, proses sebenarnya dari kegiatan fotosintesis adalah sebanding dengan laju respirasi organisme, intensitas cahaya, fotoperiode, iklim, turbiditas, suhu, dan faktor-faktor lainnya. Untuk memperoleh indeks produktivitas perlu diukur jumlah oksigen yang diproduksi oleh bagian sistem tadi. Jadi yang dicari adalah **indeks produktivitas** dari ekosistem tersebut.



## LATIHAN

---

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

- 1) Mengapa pengukuran tingkat produktivitas primer perairan diukur dari kandungan oksigen yang terlarut? Jelaskan!
- 2) Apakah sudah dapat dipastikan besarnya tingkat kekeruhan/**turbiditas** dan warna air yang tidak seperti biasanya menunjukkan besarnya pula tingkat produktivitas primer. Jelaskan!
- 3) Mengapa pada pengukuran tingkat produktivitas primer dilakukan dengan dua botol yang salah satunya dibungkus dengan kertas aluminium? Jelaskan!

### *Petunjuk Jawaban latihan*

- 1) Pengukuran tingkat produktivitas primer diukur dari kandungan oksigen terlarut karena dengan oksigen yang ada memungkinkan adanya kegiatan respirasi bagi biota yang ada dalam perairan tersebut, sekaligus pula membuktikan adanya kegiatan fotosintesis yang sedang berlangsung. Hal ini disebabkan dari setiap kegiatan fotosintesis menghasilkan oksigen sebagai salah satu hasil akhirnya.

- 2) Besarnya tingkat **turbiditas**/kekeruhan dan warna air belum tentu selalu menunjukkan besarnya tingkat produktivitas primer perairan. Dapat saja kekeruhan dan perubahan warna air disebabkan oleh adanya suspensi zat terlarut yang bersifat anorganik, seperti halnya debu dan kotoran.
- 3) Perlakuan pembungkusan pada salah satu botol dengan kertas alumunium dimaksudkan karena dengan pembungkusan, pada botol tersebut hanya akan terjadi proses respirasi saja dari organisme yang ada di dalamnya. Sedangkan pada botol yang tidak dibungkus kertas alumunium akan terjadi proses respirasi dan fotosintesis.



## RANGKUMAN

---

Setiap makhluk hidup pasti membutuhkan oksigen untuk kegiatan respirasinya, begitu pun untuk organisme yang ada di dalam perairan. Hanya saja organisme-organisme yang ada di sini mempunyai keterbatasan dalam penggunaan oksigen karena berada di dalam air dan hanya bisa memanfaatkan kandungan oksigen terlarut yang biasanya dalam jumlah terbatas. Dengan kondisi seperti ini keberadaan oksigen dapat dianggap sebagai faktor pembatas bagi organisme penghuni perairan.

Untuk dapat mengetahui keberadaan dan ketersediaan oksigen yang ada dalam suatu perairan dipergunakan suatu cara pengukuran tingkat produktivitas primer perairan sebagai laju penggunaan energi lingkungan untuk membentuk senyawa organik dengan melalui proses fotosintesis.



## TES FORMATIF 2

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Tumbuhan air yang hidup melayang di air adalah ....
  - A. *Nyamphaea* sp.
  - B. *Marsilea Crenata*
  - C. *Ceratophyllum*
  - D. *Azolla pinnata*
- 2) Tingginya produktivitas primer dari suatu perairan lotik dapat ditandai dengan ....
  - A. tingginya suhu air
  - B. rendahnya kejernihan cakram Secchi

- C. tingginya kandungan bahan kimia  
D. mudahnya kandungan ganggang
- 3) Makhluk hidup mikroskopis yang hidup melayang di dalam air disebut ....
- A. plankton  
B. ganggang  
C. alga  
D. hidrilla

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 Praktikum 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 Praktikum 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) D
- 2) A
- 3) B

### *Tes Formatif 2*

- 1) C
- 2) B
- 3) A

## PELAKSANAAN PRAKTIKUM I

### MENGUKUR SUHU AIR

#### I. Bahan dan Alat yang Digunakan:

Thermistor

#### II. Cara Kerja:

- a. Pengukuran suhu air harus dilakukan secara seri.
- b. Untuk danau yang kedalamannya kurang dari 2 meter, pengukuran dilakukan di permukaan dan di dasar danau.
- c. Untuk air dengan kedalaman lebih dari 2 meter, maka pengukuran dilakukan setiap dua meter ke bawah atau kalau perlu bahkan setiap 0,5 meter pada daerah-daerah tertentu.
- d. Ulangi beberapa kali dan ambil rata-ratanya.
- e. Dalam pengukuran suhu secara lebih objektif, usahakan lokasi dan kedalaman harus tepat sehingga dapat benar-benar mewakili tingkatan suhu yang terukur sesuai dengan keberadaan organismenya. Misalnya, pengukuran tidak boleh dilakukan dekat dengan sumber yang dapat mengganggu pembacaan secara tepat, seperti lubang saluran pembuangan limbah. Begitu pula dengan kedalaman yang harus tepat.

Dalam pengukuran suhu, tidak ada patokan secara khusus yang menyatakan bahwa dengan kedalaman perairan tertentu suhunya harus tertentu pula. Semuanya tergantung dari kondisi dan keberadaan perairan, serta musim/iklim yang sedang berlangsung.

## MENGUKUR KEKERUHAN

### I. Bahan dan Alat:

Cakram Secchi

### II. Cara Kerja:

Untuk pembacaan dengan cakram Secchi dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

- Turunkan alat di tempat permukaan air yang teduh, sampai mulai menghilang (tidak terlihat).
- Ukur kedalaman jarak ini.
- Naikkan alat sampai mulai tampak lagi, dan ukur kedalaman jarak ini.
- Cari rata-rata dari kedua hasil pengukuran.
- Ulangi percobaan sampai 3 kali atau lebih, dan ambil rata-ratanya.
- Kondisi permukaan dan warna air perlu dicatat. Jika diperoleh pembacaan rendah, misalnya 65 cm maka air banyak mengandung bahan suspensi. Jika amat dalam, misalnya 600 cm, maka air itu amat bening dan relatif bebas dari bahan **suspensi**. Hasil baca Secchi dapat berbeda dari tempat ke tempat, waktu ke waktu, dan bergantung pada kondisi air. Karena itu lakukanlah pengukuran untuk beberapa bulan sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih tepat.

Pengukuran dengan Cakram Secchi, hasilnya amat relatif untuk masing-masing pengukur karena mengandalkan pengukuran secara visual saja (tergantung kemampuan mata dari orang yang mengukur). Belum lagi faktor cuaca yang dapat saja mempengaruhi kemampuan pembaca untuk mengukur batas kejernihan Cakram Secchi. Untuk itu disarankan, pengukuran di lapangan dilakukan pada waktu cuaca yang mendukung untuk pembacaan. Tidak diperkenankan melakukan kegiatan pengukuran di bawah naungan tajuk pohon. Oleh karena hasil pengukuran masih sangat relatif, untuk lebih validnya (akurat) pada sampel air dilakukan pengukuran di laboratorium melalui **Spektrofotometer** yang mempunyai nilai dan skala tersendiri, sekaligus memeriksa apakah suspensi yang terlarut merupakan partikel terlarut atautkah organisme yang terlarut.

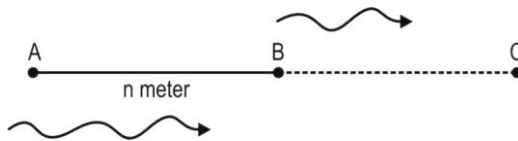
## MENGUKUR KECEPATAN ARUS/ALIRAN

### I. Bahan dan Alat yang digunakan:

Pengukuran kecepatan aliran mempergunakan **stopwatch**, tali dengan panjang tertentu ( $n$  meter), dan objek yang dapat mengapung, misalnya bola karet. Pengukuran dimulai dengan berdiri di tengah arus.

### II. Cara Kerja

- Pasang dan letakkan bola di ujung tali.
- Begitu bola menyentuh air (pada titik A), pasanglah **stopwatch** sampai ujung tali terasa tegang karena bola sudah terbawa arus melewati acuan (titik B) sampai sejauh panjang tali (titik C).
- Usahakan tangan pemegang tali selalu dekat dengan permukaan air.
- Buat pengukuran kecepatan dengan rumus perbandingan jarak tempuh per waktu.
- Ulangi pekerjaan ini 3 - 4 kali dan ambil rata-ratanya, seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1.8.  
Pengukuran kecepatan aliran

## PELAKSANAAN PRAKTIKUM

### **Petunjuk Pelaksanaan Praktikum**

1. Setiap 10 mahasiswa membentuk satu kelompok praktikum.
2. Setiap kelompok mengerjakan praktikum yang pembagiannya ditentukan oleh Instruktur.

### **Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum**

- A. Laporan dibuat sesuai format sebagai berikut.
  - I. Pendahuluan
  - II. Tinjauan Pustaka
  - III. Alat, Bahan, dan Cara kerja
  - IV. Hasil dan pembahasan
  - V. Kesimpulan
  - VI. Daftar Pustaka
- B. Laporan diketik di atas kertas ukuran kuarto dengan jarak 1 ½ spasi.
- C. Laporan dikumpulkan kepada instruktur sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.



## PELAKSANAAN PRAKTIKUM II

### PRODUKTIVITAS PRIMER KOLAM

#### I. Bahan dan Alat yang digunakan:

Dalam melakukan kegiatan pengukuran diperlukan sejumlah alat dan bahan, antara lain berikut ini.

1. Beberapa buah botol bersih tidak tercemar dengan kapasitas 500 ml.
2. Kertas alumunium.
3. Perangkat uji lengkap dari DO (**Dissolved Oxygen**).

#### II. Prosedur/Cara Kerja Pengujian

1. Tentukan lokasi-lokasi yang dianggap cocok untuk pengambilan sampel, baik untuk titik pengambilan maupun kedalaman.
2. Tentukan DO suatu kolam pada lokasi yang telah dipilih tadi. Catat hasilnya.
3. Isi 2 botol air untuk setiap lokasi. Amati dan jika miskin akan **phytoplankton** dan **zooplankton** tambahkan tumbuhan air ke dalam setiap botol. Usahakan agar tumbuhan yang ditambahkan tadi sama besarnya. Tutup botol itu semuanya.
4. Bungkus salah satu botol tadi dengan kertas alumunium, dan usahakan agar tidak terlepas. Kemudian, dipasangkan dengan botol satunya lagi.
5. Gantungkan setiap pasangan botol pada setiap lokasi yang dipilih dan kedalamannya.
6. Setelah periode tertentu, misalnya 1 sampai 24 jam. Tentukan DO akhir dan bandingkan dengan DO awal.
7. Lakukan beberapa kali pengulangan atau perbanyak titik sampel, dan ambil rata-ratanya agar data lebih **valid**.

#### Catatan

Pasangan botol sebaiknya digantungkan pada kedalaman air yang masih terkena cahaya, memungkinkan adanya fotosintesis. Harus dapat diupayakan, pengambilan air pada kedalaman yang dituju, jangan sampai terjadi membandingkan hasil pada sampel air dengan kedalaman berbeda.

## Contoh perhitungan

DO akhir (botol tak tertutup)	12,5 ppm
DO awal (botol tak tertutup)	6,5 ppm
Produksi oksigen	6,0 ppm
DO awal (botol tertutup)	6,5 ppm
DO akhir (botol tertutup)	1,5 ppm
Pemakaian oksigen	5,0 ppm
Produksi oksigen total	11,0 ppm

Indeks produktivitas primer adalah produksi 11,0 ppm oksigen dalam satuan waktu atau 11,0 mg oksigen per liter air dalam beberapa jam (tergantung dari lamanya waktu penggantungan pasangan botol sampel). Dari hasil nilai pengujian, semakin besar nilainya, maka semakin tinggi indeks produktivitas primer yang semakin pula menjamin pola kehidupan organisme perairan.

Dalam mengukur indeks produktivitas primer perairan, sulit sekali mencapai nilai validitas terbesar, mengingat pengukuran indeks ini masih banyak dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain suhu, arus, dan bahan kandungan garam biogenik, untuk itu akan lebih baik lagi kalau pengukuran juga menyertakan hasil dari faktor-faktor tadi.

## Daftar Pustaka

- Heddy, Suwasono. (1996). *Prinsip-prinsip Dasar Ekologi: Suatu Bahasan tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Mc Naughton dan Fox, L. (1998). *Ekologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nybakken J.W., 1988, *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia, Jakarta.
- Odum, E.P. (1993), *Fundamentals of Ecology*. 3<sup>rd</sup> Edition. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Satake, Yoshisuke. (1979). *Tetumbuhan*. Jakarta: Pustaka Time-Life.
- Winatasmita D, dan Sukarno, 1995, *Biologi I: Untuk Sekolah Menengah Umum*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Yayasan Studi Kurikulum Biologi. (1981). *Biologi Umum 1*. Jakarta: Gramedia.

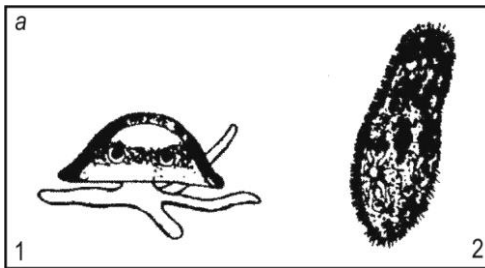
## Lampiran

## LAMPIRAN 1

## Beberapa Jenis Plankton yang Biasa Ditemukan di Kolam

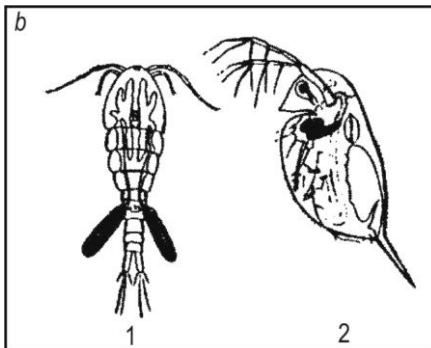
Dari klas Rhizopoda:

1. *Paramecium*
2. *Arcella*



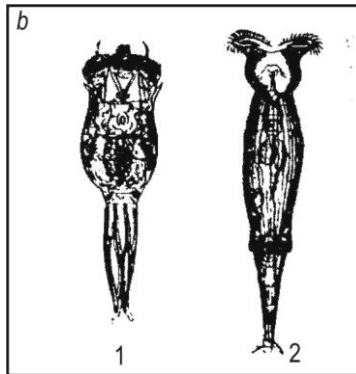
Dari klas Crustacea:

1. *Daphnia*
2. *Cyclops*



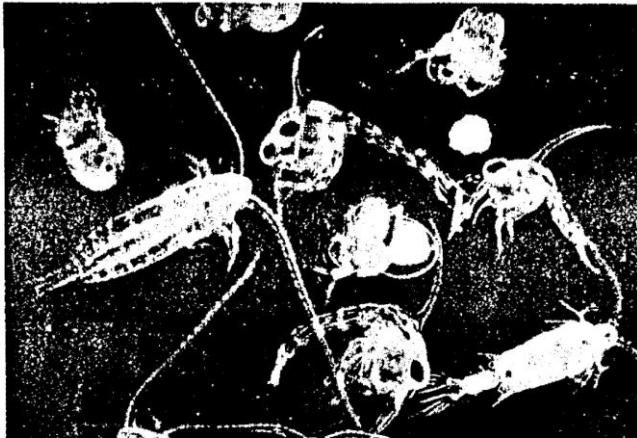
Dari kelas Aschelminthes:

1. *Philodina*
2. *Brachionus*

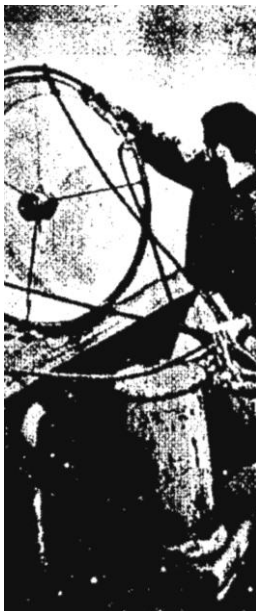


**LAMPIRAN 2**

Zooplankton lautan. bandingkan dengan zooplankton air tawar di lampiran 1

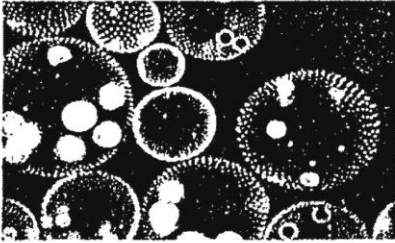


Penggunaan jalan plankton yang sedang diturunkan ke air



### LAMPIRAN 3

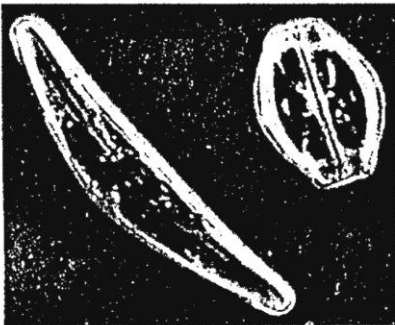
Beberapa spesies produsen ekosistem kolam: phytoplankton dan paku air



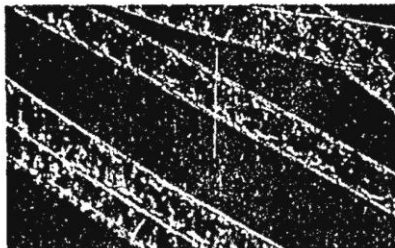
*Volvox*



*Chlamydomonas*



*Diatomae*



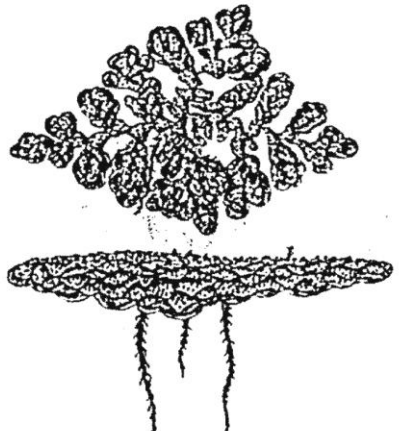
*Spirogyra*



*Marsilea crenata*



*Salvinia natans*



*Azolla pinnata*