

# Ruang Lingkup, Sejarah Perkembangan Hidrobiologi, dan Kelompok Biota Air

Dr. Endang Widyastuti, M.S.  
Drs. Asrul Sahri Siregar, M.Si.



## PENDAHULUAN

---

◊alam perkembangannya, hidrobiologi ditunjang oleh berbagai disiplin ilmu. Ternyata kehidupan yang ada di air sangat bervariasi, tidak hanya yang terlihat oleh mata tetapi juga yang bersifat mikroskopis bahkan ada yang hanya terdiri dari satu sel.

Pada kegiatan kelajar 1 akan diberikan pengertian tentang apa yang dimaksud hidrobiologi. Dari sekian banyak organisme yang ada di perairan, sebagian besar berpotensi sebagai sumber daya hayati bagi pemenuhan kebutuhan pangan pada khususnya dan industri pada umumnya. Oleh karenanya pengetahuan tentang biota perairan sangat penting untuk melandasi berbagai kegiatan. Di sini, digambarkan kedudukan hidrobiologi di antara ilmu-ilmu perairan lainnya, sehingga mempertegas peran hidrobiologi sebagai suatu ilmu pengetahuan yang penting. Pada kegiatan Belajar 2, diuraikan sejarah perkembangan hidrobiologi, bagaimana sejarah hidrobiologi sehingga menjadi suatu ilmu yang dikembangkan tersendiri. Penemuan mikroskop dan plankton net sangat berpengaruh terhadap kemajuan ilmu yang mempelajari biota di perairan. Biota di air tersebut juga dapat dikelompokkan dalam berbagai kondisi yang ada. Di perairan juga terjadi transfer energi dari tumbuhan ke hewan melalui serangkaian peristiwa makan memakan. Kelompok-kelompok biota air ini diuraikan pada Kegiatan Belajar 3.

Pengertian, ruang lingkup, dan sejarah hidrobiologi serta kelompok biota air melandasi kegiatan belajar pada modul-modul selanjutnya, khususnya modul 2. Sehingga Anda harus paham benar-benar terhadap penguasaan materi modul 1. Setelah menyelesaikan modul 1 ini, Anda sebagai mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan ruang lingkup, sejarah perkembangan hidrobiologi, dan kelompok biota air. Secara khusus mampu:

1. Menjelaskan tentang pengertian, ruang lingkup hidrobiologi, dan kedudukan hidrobiologi dengan ilmu-ilmu perairan lainnya;
2. Menjelaskan sejarah perkembangan hidrobiologi; dan
3. Menjelaskan kelompok biota air serta keterkaitannya dalam rantai makanan.

Modul ini terbagi menjadi 3 (tiga) kegiatan belajar, yaitu:

1. Pengertian dan Ruang Lingkup Hidrobiologi;
2. Sejarah Perkembangan Hidrobiologi; dan
3. Kelompok Biota Air.

Selanjutnya agar Anda berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam modul 1 ini, perhatikan beberapa saran berikut:

1. Pelajari setiap materi kegiatan belajar secara bertahap;
2. Usahakan mengerjakan setiap latihan dengan tertib dan sungguh-sungguh;
3. Kerjakan tes formatif yang disediakan, sampai pada tingkat penguasaan 80%; dan
4. Diskusikan bagian-bagian yang sulit Anda pahami dengan teman sejawat atau tutor atau melalui pencarian di internet.

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Pengertian dan Ruang Lingkup Hidrobiologi

Sebelum lebih dalam mempelajari hidrobiologi, mahasiswa sebaiknya memahami tentang pengertian dan ruang lingkup yang dipelajari dalam 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 (biota) perairan merupakan dasar dari hidrobiologi, selain pengetahuan tentang air atau perairan sebagai tempat hidupnya. Dengan perkataan lain, hidrobiologi adalah bagian dari ilmu biologi yang khusus mempelajari kehidupan di air. Objek yang dipelajari dalam hidrobiologi adalah hewan, tumbuhan, baik yang mikroskopis maupun yang makroskopis. Oleh karena itu dikenal istilah *hidrozologi*, *hidrobotani*, dan *hidrobakteriologi*. Selain itu, juga tidak terbatas pada biota air tawar maupun air asin saja, tetapi pada keduanya, termasuk juga pada biota air payau.

**Satu hal** yang perlu diperhatikan, bahwa tujuan utama dari kajian hidrobiologi bukan sekedar untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi biota akuatik tetapi juga untuk mempelajari seluk-beluknya. Dalam mempelajari kehidupan di air, tidak bisa lepas dari pengetahuan tentang air atau perairan sebagai medium tempat hidupnya. Hal ini karena dalam kehidupannya, biota air memerlukan lingkungan yang sesuai, karena hidupnya sangat dipengaruhi oleh pertukaran bahan-bahan dan energi antara organisme tersebut dengan lingkungannya, atau habitat di mana biota itu berada. Ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan lingkungannya dikenal dengan **ekologi**. Sebagai ilmu yang mempelajari kehidupan organisme air, maka hidrobiologi merupakan bagian dari ekologi perairan.

Dalam ekologi perairan dikenal tiga bagian besar, yaitu ekologi laut, ekologi air payau (estuari), dan ekologi perairan darat. Pembagian ini didasarkan pada adanya perbedaan antara lautan, perairan darat, dan daerah pertemuan antara keduanya. Dalam Oceanografi dikenal adanya kimia laut, fisika laut, dan biologi laut. Dalam Limnologi dikenal adanya limnokimia, limnofisika, dan limnobiologi. Biologi laut (*marine biology*) dan limnobiologi (termasuk mikrobiologinya) tidak lain adalah **hidrobiologi**.

Saat ini telah berkembang pula suatu bagian yang menyangkut budidaya ikan ataupun biota air lainnya sehingga dikenal biologi perikanan. **Biologi**

**perikanan** adalah ilmu yang mempelajari ikan (dan biota air lainnya) sebagai sumberdaya yang dapat dipanen oleh manusia. Secara umum pengetahuan biologi perikanan yang perlu diketahui adalah seksualitas, tingkat kematangan gonad, fekunditas, ruaya, pemijahan, daur hidup, kebiasaan makan dan cara memakan, persaingan dan pemangsaan, umur, pertumbuhan, pendugaan populasi, *natalitas* (kelahiran) dan *mortalitas* (kematian), pemanenan, dan manajemen perikanan. Kebiasaan makan (*food habits*) dan cara memakan (*feeding habits*) adalah berbeda, **kebiasaan makan** ialah kualitas dan kuantitas makanan yang dimakan oleh ikan. Berdasarkan variasi makanannya, maka dikenal ikan **euryphagic** (eurifagus) yang memakan bermacam-macam makanan, **stenophagic** (stenofagus) yang memakan sedikit macam makanan, dan **monophagic** (monofagus) yang memakan hanya satu macam makanan. Cara makan ikan dilakukan dengan menggunakan mata, pembauan, dan persentuhan. **Pertumbuhan ikan** diketahui dengan penambahan ukuran berat dan panjang dalam suatu waktu tertentu. **Pertumbuhan populasinya** diketahui dengan penambahan jumlahnya. Parameter populasi terdiri atas: kelimpahan, pola distribusi dan struktur umur, pertumbuhan dalam jumlah/biomasa, serta kecepatan natalitas dan mortalitas. Parameter individu terdiri atas: ukuran, morfologi, pertumbuhan dalam panjang atau bobot, natalitas dan mortalitas.

Para ahli gizi menyatakan bahwa ikan sebagai sumber protein yang tinggi karena mengandung asam amino penting yang semuanya diperlukan oleh manusia. Ikan air tawar mengandung protein 15-24%, sedangkan ikan air laut mengandung protein 9-29%. Dari biologi perikanan akhirnya berkembang industri perikanan, yang antara lain mencakup teknologi budidaya, teknologi penangkapan, dan pasca panennya. Zona ekonomi eksklusif (ZEE) diperkirakan seluas 5,8 juta km<sup>2</sup> yang terdiri atas: perairan laut territorial seluas 0,3 juta km<sup>2</sup>, perairan nusantara seluas 2,8 juta km<sup>2</sup>, dan ZEE Indonesia sebesar 2,7 juta km<sup>2</sup>. Pada ZEE memiliki 6.000 spesies ikan yang belum diidentifikasi, sehingga merupakan tantangan bagi ahli biologi dan ahli perikanan Indonesia untuk meneliti agar dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan umat manusia. Tujuan utama pengelolaan sumberdaya hayati perikanan ditinjau dari segi biologi ialah konservasi stok ikan untuk menghindari penangkapan yang berlebihan, namun yang diharapkan adalah hasil tangkap maksimum yang lestari (*maximum sustainable yield* = MSY). Para pelaku ekonomi kurang sepaham dengan MSY sebagai tujuan utama dan menyarankan hasil tangkapan maksimum lestari secara ekonomi atau

*maximum economic yield* (MEY) karena MSY tidak mengindahkan biaya dalam penangkapan dan menjurus pada ketidakefisienan secara ekonomi. Oleh karena itu, kompromi antara MSY dan MEY berupa hasil optimum secara lestari atau *optimum sustainable yield* (OSY). Sayang OSY tidak dijalankan secara baik.

**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 di dalamnya adalah udang, rumput laut, kepiting, kerang, dan lain sebagainya. Bahkan udang merupakan komoditi ekspor yang paling tinggi nilai ekonominya. Selain itu, saat ini rumput laut telah dimanfaatkan untuk berbagai macam industri. Potensi yang tidak kalah penting adalah budidaya organisme untuk pakan alami, misalnya budidaya plankton dan bentos untuk keperluan budidaya atau usaha-usaha pembenihan ikan. Dalam usaha penangkapan biota air, pengetahuan tentang organisme tersebut perlu menjadi landasan agar didapatkan hasil tangkapan yang lestari.

Sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dunia, meningkat pula aktivitas manusia untuk memanfaatkan sumber daya perairan baik sumberdaya hayati maupun airnya itu sendiri bagi pemenuhan kebutuhannya. Kebutuhan air tersebut antara lain untuk kebutuhan domestik rumah tangga, industri dan komersial, pertanian, serta lainnya. Untuk keperluan air minum dilakukan uji organoleptik yang meliputi bau, rasa, dan warna, selain uji kandungan kimia. Pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, terdapat 51 parameter air bersih yang dikelompokkan pada 4 kelompok, yaitu:

**A. FISIK:**

- Bau
- TDS
- Keekeruhan
- Rasa
- Suhu
- Warna

**B. KIMIA ANORGANIK:**

- Air raksa
- Aluminium
- Arsen
- Barium
- Besi
- Fluorida
- Kadmium
- Kesadahan  $\text{CaCO}_3$
- Klorida
- Kromium valensi 6
- Mangan
- Natrium
- Nitrat sebagai N
- Nitrit sebagai N
- Perak
- pH
- Selenium
- Seng
- Sianida
- Sulfat
- Sulfida sebagai  $\text{H}_2\text{S}$
- Tembaga
- Timbal

**KIMIA ORGANIK:**

- Aldrin dan dieldrin
- Benzene
- Benzo (a) pyrene
- Chlordane
- Chloroform
- 2,4 D
- DDT
- Deterjen
- 1,2 Discloroethane
- 1,1 discloroethene
- Heptachlor & Hepoxide
- Hexachloro benzene

- Gamma-HCH (lindane)
- Methoxychlor
- Pentachlorophenol
- Pestisida total
- 2,4,6 Urichlorophenol
- Zat Organik (KMnO<sub>4</sub>).

### C. MIKROBIOLOGIK:

- Koliform tinja
- Total kolifom

### D. RADIOAKTIVITAS:

- Aktivitas alpha (*Gross Alpha Activity*)
- Aktivitas beta (*Gross Beta Activity*)

Ada tiga kelompok mikroorganisme yang dapat dipindahkan melalui air minum, yaitu: protozoa, virus, dan bakteri, yang dipindahkan melalui jalan antara *faecal* dan *oral*. Organisme patogen lain, seperti: nematoda dan cestoda juga dapat dipindahkan lewat air minum. Protozoa yang sering didapatkan di air minum, berupa kista dan merupakan sumber penyakit adalah *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolitica*, dan *Naeleria fowleri*.

Bakteri juga sering didapatkan di air minum dan merupakan sumber penyakit yang menyebabkan penyakit, yaitu *Salmonella schttmuelleri* dan *S. paratyphi* (tipus dan paratipus), *Campylobacter jejuni* (*gastroenteritis* dan diare), *Shigella sonnei* dan *S. flexneri* (disentri), *Vibrio cholera* (khorela), *Escherichia coli* dan *Mycobacterium tuberculosis* (*tuberculosis*).

Peraturan pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menetapkan dalam klasifikasi **mutu air kelas satu**, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan keputusan tersebut. Pada keputusan ini, parameter yang dipersyaratkan adalah **Fecal coliform** maksimum 100 individu/100mL dan **total coliform** maksimum 1.000 individu/100mL. Bagi pengolahan air minum secara konvensional maka **Fecal coliform** ≤ 2.000 individu/100mL dan **total coliform** 10.000 individu/100mL. *Escherchia coli* dikenal sebagai indikator pencemaran tinja.

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 berdampak terhadap biota yang ada di perairan tersebut. Pada air tercemar, biota yang tidak tahan mengalami kematian, organisme patogen (yang menyebabkan penyakit) melimpah, sementara biota yang tahan mengakumulasi bahan-bahan yang tidak larut dalam air, misalnya logam berat. Apabila biota tersebut dikonsumsi manusia, maka sangat membahayakan bagi kesehatan, karena terakumulasi dalam jaringan tubuh.

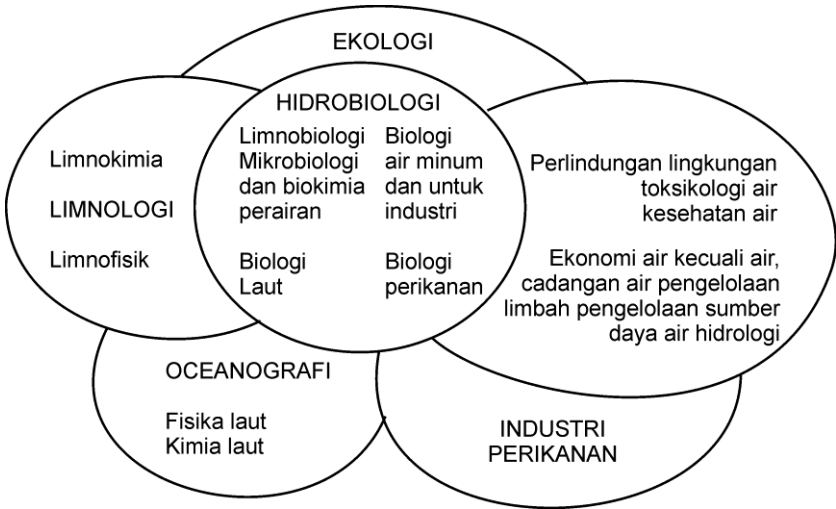
Atas dasar inilah diperlukan perlindungan terhadap lingkungan perairan agar pemanfaatan perairan tidak terganggu. Untuk itu, diperlukan pengetahuan khusus mengenai biologi organisme air bersih dan air untuk industri sebagai dasar pengelolaan perairan.

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumberdaya perairan laut yang luas. Demikian pula Indonesia juga memiliki sumberdaya perairan darat, yang juga cukup luas, meliputi: danau, waduk dan sungai, serta pertemuan antara perairan laut dan perairan darat (estuaria). Sumberdaya perairan tersebut sangat mendukung potensi sumberdaya hayati yang dapat dimanfaatkan bagi manusia. Kegiatan yang sudah sejak zaman dahulu dilakukan adalah usaha penangkapan ikan dan kemudian berkembang dengan penangkapan berbagai biota lain, seperti: kepiting, udang, kerang, rumput laut, dan lain-lain. Seiring meningkatnya jumlah penduduk, kegiatan penangkapan ikan berkembang dengan pesat mengakibatkan hasil penangkapan menjadi menurun, karena laju penangkapan yang tidak sebanding dengan laju pertumbuhan ikan. Berbagai kegiatan budidaya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang meningkat. Berkaitan dengan budidaya ini banyak sumberdaya perairan yang dimanfaatkan secara berlebihan dan pada akhirnya juga menurunkan produksinya, karena perairan tidak mampu mendukung budidaya yang meningkat tersebut. Di lain pihak, penurunan produksi ikan juga diakibatkan menurunnya kualitas air karena buangan limbah dari berbagai kegiatan manusia terutama industri dan pertambangan yang masuk ataupun mempengaruhi sumberdaya perairan. Banyak daerah aliran sungai yang merupakan daerah tangkapan air di Indonesia dalam keadaan kritis karena banyak lahan kritis akibat penebangan hutan dan perubahan tata guna lahan di bagian hulu sungai. Selain itu, banyak sungai, danau, perairan laut, dan perairan estuari yang kualitas airnya menurun akibat tercemar air limbah. Hal ini terlihat dari kondisi sungai yang keruh dan banjir di saat musim hujan, dan kering di saat musim kemarau.



Dibutuhkan pengkajian untuk perairan yang tercemar maupun perairan yang belum dimanfaatkan potensinya agar dapat dimanfaatkan secara lestari, termasuk untuk melestarikan keanekaragaman organisme yang ada.

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 mahasiswa mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apakah yang dimaksud dengan hidrobiologi?
- 2) Bagaimana hubungan antara hidrobiologi dengan ekologi perairan?
- 3) Bagaimana hubungan antara hidrobiologi dengan oceanografi dan limnologi?
- 4) Jelaskan yang dimaksud dengan biologi perikanan?
- 5) Biota air apakah yang sudah umum dibudidayakan?

- 6) Mengapa ikan dibutuhkan oleh manusia?
- 7) Jelaskan apa yang dimaksud dengan optimum sustainable yield?
- 8) Sebutkan kegiatan di bidang industri perikanan!
- 9) Parameter mikrobiologi apakah yang digunakan bagi keperluan air minum?
- 10) Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 berapakah kandungan Faecal coliform dan total coliform maksimum yang diperbolehkan dalam air untuk air baku air minum?

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan tersebut, mahasiswa harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 1 tentang pengertian dan ruang lingkup hidrobiologi, yang mencakup: pengertian hidrobiologi, ruang lingkup hidrobiologi, serta mencermati Gambar 1.1.



## **RANGKUMAN**

---

Hidrobiologi mempelajari semua yang hidup di air. Dengan perkataan lain hidrobiologi adalah bagian dari ilmu biologi yang memperhatikan organisme di perairan, sehingga dikatakan sebagai biologi perairan. Dalam hidrobiologi dipelajari berbagai macam aspek kehidupan organisme di air, termasuk lingkungan tempat hidupnya. 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.

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 perairannya di mana organisme tersebut hidup. Hidrobiologi juga sangat erat kaitannya dengan oceanografi dan limnologi yang mempelajari biota laut dan biota perairan darat.

Dalam biologi perikanan, berbagai biota air telah dikembangkan untuk dibudidayakan, antara lain: berbagai jenis ikan, udang, kerang, kepiting, rumput laut, plankton, dan bentos. Terdapat berbagai parameter yang harus diperhatikan dalam kaitannya dengan air minum, yaitu: parameter organoleptik, fisik, kimia, radioaktivitas dan mikrobiologi.

Ada tiga kelompok mikroorganisme perairan, yaitu: protozoa, virus, dan bakteri sebagai sumber penyakit yang dapat dipindahkan lewat air

minum. Dengan sumber daya perairan yang luas maka Indonesia memiliki potensi sumber daya hayati yang cukup besar terutama dengan luasnya zona ekonomi eksklusif (ZEE).



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

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Hidrobiologi adalah pengetahuan yang mempelajari kehidupan organisme yang terdapat di ....
  - A. air laut, air danau, dan air sungai
  - B. air laut, air danau, air sungai, dan akuarium
  - C. air laut, air danau, dan akuarium
  - D. air laut dan air danau
  
- 2) Dalam hidrobiologi dipelajari kehidupan ....
  - A. hewan yang hidup di air
  - B. hewan dan tumbuhan yang hidup di air
  - C. plankton
  - D. organisme mikroskopis
  
- 3) Berikut yang tidak termasuk sumberdaya hayati perairan, yaitu ....
  - A. kepiting
  - B. pasir laut
  - C. kerang-kerangan
  - D. rumput laut
  
- 4) Pengetahuan tentang biota air sangat mendukung dalam pengelolaan ekosistem perairan. Satu hal yang kurang bijaksana adalah ....
  - A. pemanfaatan sungai untuk memancing ikan
  - B. budidaya jaring terapung di waduk
  - C. pemanfaatan wilayah pantai untuk tambak
  - D. penebangan hutan-hutan bakau untuk pemukiman
  
- 5) Objek yang tidak dipelajari dalam hidrobiologi adalah ....
  - A. biologi hewan air langka
  - B. mikrobiologi akuatik
  - C. transportasi air
  - D. limnobiologi

- 6) Berikut yang dimaksud parameter organoleptik dalam air minum kecuali ....
- A. rasa
  - B. bau
  - C. jamur
  - D. warna
- 7) Bakteri yang merupakan sumber penyakit, kecuali ....
- A. *Salmonella paratyphi*
  - B. *Vibrio cholera*
  - C. *Escherichia coli*
  - D. *Entamoeba histolitica*
- 8) Bakteri yang menjadi parameter yang harus diukur dalam air baku air minum adalah ....
- A. *Salmonella paratyphi*
  - B. *Entamoeba histolitica*
  - C. Faecal coliform
  - D. *Shigella sonnei*
- 9). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, maksimum jumlah total coliform yang diperbolehkan untuk air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum adalah ....
- A. 2.000 individu/100 mL
  - B. 10.000 individu/100 mL
  - C. 1.000 individu/100 mL
  - D. 100 individu/100 mL
- 10) Pada air minum dapat tercemar bakteri penyebab sakit disentri yaitu ....
- A. *Shigella flexneri*
  - B. *Escherechia coli*
  - C. *Salmonella paratyphi*
  - D. *Mycobacterium tuberculosis*

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. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

## Sejarah Perkembangan Hidrobiologi

Setelah mahasiswa memahami tentang pengertian dan ruang lingkup hidrobiologi, maka bahasan tentang sejarah perkembangan hidrobiologi akan membuat mahasiswa lebih jelas tentang 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 hidrobiologi secara menyeluruh.

Sejarah perkembangannya dimulai dari tulisan Euclid ( $\pm$  300 SM), tentang optik, yang selanjutnya mengilhami penemuan adanya kehidupan mikro di perairan. Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723) pertama kali menemukan adanya mikroorganisme dalam air. Banyak dan bervariasinya fauna laut, 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 darat. Pengetahuan biologi dan kajian oceanografi dimanfaatkan oleh para ahli dengan menyesuaikannya untuk kajian di habitat perairan darat.

Studi yang kita kenal dengan limnologi-biologi, diawali pada tahun 1674 dengan dideskripsikan organisme mikroskopik alga hijau filamen, yaitu *Spirogyra* dari Danau Berkelse, Netherlands oleh Leeuwenhoek. Leeuwenhoek melaporkan siklus musiman dari alga di danau-danau yang mengisyaratkan tentang dinamika rantai makanan, dan pengaruh angin terhadap kehidupan alga.

Limnologi fisik dimulai di Swizerland ketika de Duillier mengukur suatu gelombang *seiche* tahun 1720 dan ketika Saussure 1779-1796 meneliti tentang suhu di danau-danau dalam. Bagaimana cahaya, panas, suhu air, dan pencampuran oleh angin membentuk struktur yang penting bagi ekosistem danau, dijelaskan oleh Sir John Leslie, yang telah menginterpretasikan studi Danau Scottish yang dibuat oleh Insinyur James Jardin tahun 1812-1814.

Penemuan plankton merupakan peristiwa penting lainnya dalam perkembangan biologi akuatik, meskipun tidak diketahui secara pasti siapa yang pertama mendeskripsikan plankton. Paling awal, Johannes Müller melakukan studi tahun 1845, kemudian Peter Erasmus meneliti crustacea mikroskopik untuk pertama kalinya pada danau-danau di Swiss. Kejadian ini merupakan era pendiskripsian tentang klasifikasi mikroorganisme perairan tawar dan juga laut.

Kata *plankton* yang mempunyai arti **mengembara**, pertama digunakan oleh Hensen pada tahun 1887 untuk menggambarkan suspensi material mikroskopik yang terbawa angin, arus, dan pasang surut. Arti selanjutnya dari kata tersebut dijabarkan oleh biologis dari Jerman, yaitu Ernst Haeckel, plankton dimaksudkan sebagai organisme besar ataupun kecil dari organisme pelagik dan dimaksudkan untuk organisme yang tertinggal pada net/jaring sutra halus. Dimensi  $< 0.067$  mm yang lolos diantara jaring sutra halus, merupakan organisme yang lebih kecil dari plankton dan disebut sebagai **nannoplankton**. Sejak diketemukan plankton inilah, hidrobiologi berkembang sejalan dengan berkembangnya ekologi perairan, khususnya biologi perairan darat.

Studi tentang perairan estuaria dimulai dengan penemuan kandungan garam oleh J R Lorenz di Elbe, Jerman tahun 1860. Pada tahun yang sama penelitian pencemaran dilakukan di Sungai Thames, Inggris.

Limnologi di Amerika Serikat dimulai ketika Louis Agassiz 1850 mempublikasikan Danau Superior, yang meliputi: fisik, vegetasi, dan hewan, utamanya adalah ikan. Diperkirakan yang pertama kali mempertimbangkan danau sebagai suatu fungsi sistem ekologi adalah Stephen A Forbes, yang pada tahun 1887 mempresentasikan **Danau sebagai suatu mikrokosmos**. Konsep sebagai suatu ekosistem adalah bagian penting dalam limnologi. Istilah ini pertama digunakan oleh botanis Inggris Tansley, tetapi penggunaannya dipopulerkan pada tahun 1942 oleh G E Hutchinson dan R L Lindeman dengan studinya **aspek tropik dinamik dalam ekologi**.

Pada pergantian abad 19 ke 20 limnologi di Amerika Serikat didominasi oleh 4 peneliti, yaitu C A Kofoid yang bekerja di Sungai Illionis, James G Needham yang bekerja di Danau New York, dan E A Birge dan C Juday yang mempelajari danau Wisconsin. Prof. Birge dari Universitas Wisconsin merupakan ilmuwan yang sangat berjasa untuk sumbangannya dalam biologi-limnologi yang sangat besar. Dalam studi plankton di Danau Mendota, Birge

juga memperhatikan studi limnologi fisik, yang melibatkan penetrasi cahaya, gas-gas, arus, dan sifat suhu.

Di Amerika Serikat limnologi berkembang dengan mantap pada permulaan abad 20. Prof. Paul S Welch menulis buku limnologi yang pertama di Amerika pada tahun 1935 yang segera menjadi referensi para ilmuwan. Franz Ruttner's kemudian membuat pula buku **Fundamental of limnology** tahun 1940. Di Universitas Yale, G Evelyn Hutchinson membuat buku **Treatise on Limnology** tahun 1957, 1967, 1975 yang kemudian menjadi standar referensi di dunia.

Tahun 1966 Bernard Dussart menyusun suatu buku yang menekankan tentang biologi dan evolusi. Tahun 1975 Golterman menyusun tentang fisiologi limnologi. Pada tahun yang sama Wetzel juga mempublikasikan tentang limnologi. Tahun 1970 buku tentang perairan mengalir **The Ecology of Running Waters** oleh Hynes dan pada tahun 1975 **River ecology** oleh Whitton. Buku yang lain oleh Cole (1979), Reid dan Wood (1976) tentang **Ecology of inland water**. Suatu koleksi essay tentang aspek fisik, kimia limnologi disusun dengan editor Lerman (1978), review limnologi Canada dibuat sampai volume 31 (1974). Beberapa review limnologi estuaria dipublikasikan oleh Hedgepeth (1957), Lauff (1967), Perkins (1974), dan Chapman (1977).

Limnologi telah berkembang dengan baik di Eropa, F Simony tahun 1950 mempelajari tentang stratifikasi danau-danau di Austria. Anton Fritch (1888) mulai mempelajari danau-danau di Bohemian Forest, hal mana kini dipahami bahwa perubahan suhu di kedalaman badan-badan perairan adalah suatu hal yang sangat penting dipertimbangkan di limnologi.

Pada abad ke XIX terbit jurnal limnologi. Hal ini menunjukkan adanya kenyataan bahwa limnologi adalah nyata-nyata suatu ilmu multidisiplin. Pada tanggal 1 Januari 1936 dibentuk **Limnological Society of America**. Tahun 1948 direorganisasi menjadi **The American Society of Limnological and Oceanography** dan mempublikasikan jurnal limnologi dan oseanografi.

Pada tahun 1948 ditandai dengan pembentukan suatu **Freshwater Biological Association** di Inggris. Beberapa institusi di Italia, Jerman, Swedia, Denmark melakukan kerjasama penelitian danau-danau, estuaria, dan sungai-sungai. Pada tahun-tahun selanjutnya adanya krisis lingkungan, para ahli berharap untuk menangani pencemaran di danau-danau, sungai, dan estuaria dengan menerapkan prinsip dasar limnologi.



Pada saat sekarang penelitian limnologi telah memberikan sejumlah prinsip yang dapat diterapkan untuk dasar perbandingan dan pendugaan. Sebagai contoh ketika suatu waduk dibangun, ada beberapa pilihan, antara lain: dimana air akan dibuang dan berapa tinggi dari bendungan?. Air dasar yang dingin mungkin diinginkan untuk suatu kebutuhan air minum atau untuk ikan trout, tetapi mengandung akumulasi nutrisi di dasar, sementara air permukaan yang hangat mungkin lebih bagus untuk irigasi, namun dengan nutrisi lebih terbatas. Informasi tentang bentuk fisik atau morfometri dari waduk, kualitas air yang harus dijaga, kemungkinan kebocoran, beban sedimen, sumber polusi, dan iklim, juga dapat memberikan informasi untuk tempat outlet guna penggunaan optimum air yang tersedia.

Pertimbangan lingkungan seringkali dilupakan, pengembang sumberdaya alam sering kurang pengetahuan dan kurang tertarik dengan informasi ini. Dengan munculnya kesadaran lingkungan secara umum dan diketahuinya kenyataan bahwa waduk sering digunakan untuk berbagai keperluan, maka nilai rekreasi dan estetika mendapat tempat dalam pengambilan keputusan. Sebagai hasilnya banyak perhatian studi perencanaan yang bertanggung jawab pada banyak bagian dunia, bahkan pemberi dana internasional lebih suka pada masalah-masalah yang mempertimbangkan lingkungan. Ahli limnologi berperan pada peningkatan aturan pengambilan keputusan.

Limnologi di masa mendatang erat dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Bidang yang ditawarkan mempunyai prospek bagus adalah data jangka panjang, pendekatan studi lingkaran bidang, integrasi studi laboratorium dan lapangan, beberapa aspek model matematik, manipulasi danau secara keseluruhan, serta limnologi komparatif terutama pada danau dan sungai besar. Beberapa prospek yang paling menarik adalah mencari atau mencoba mengusahakan analisis data dalam waktu yang panjang dari pengambilan sampel limnologi. Rangkaian data yang dikumpulkan terutama untuk analisis **time-series**, yang meliputi lebih dari 50 tahun untuk oseanografi dan di atas 30 tahun untuk limnologi. Analisis dari data tersebut lebih baik dilengkapi dengan pengetahuan tentang interaksi antara iklim, daerah aliran sungai, dan suksesi yang panjang pada organisme akuatik.

Hujan asam yang terjadi adalah suatu efek hubungan jangka panjang secara global. Prosedur/cara di dalam ekosistem akuatik memerlukan suatu pengaturan yang dibagi dalam tiga bidang pendekatan, yaitu: pengukuran di lapangan, studi kultur murni, dan analogi eksperimen. **Pengukuran di**

**lapangan** tidak bisa dihindari adanya variabilitas yang tinggi, tetapi hasilnya langsung dapat digunakan untuk masalah yang dihadapi. **Studi kultur murni** menggunakan satu spesies dari alga, avertebrata atau ikan mempunyai keuntungan rendah variabilitas tetapi kerugiannya adalah penerapan yang terbatas di lapangan. Kegunaan dan kelemahan dari pendekatan ketiga, menggunakan **analogi** atau skala model dari ekosistem akuatik terletak diantara dua cara pendekatan tersebut. Ada dua keuntungan dari metode analogi. **Pertama**, model ekosistem secara keseluruhan dapat dengan mudah dilakukan eksperimen yang memungkinkan sebagai prediksi di masa mendatang. **Kedua**, desain eksperimen dapat diubah untuk memberikan tingkat keakuratan yang diperlukan oleh para peneliti. Sebagai contoh suatu model analogi dari plankton, zooplankton atau avertebrata bentik dapat secara fisik dicegah untuk berkembang secara tepat hubungannya antara alga dan nutrisi tanpa efek komplikasi. Manipulasi danau secara keseluruhan adalah suatu metode yang sangat baik dalam penelitian limnologi.



## LATIHAN

---

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

- 1) Penemuan alat apakah yang sangat mendukung awal perkembangan hidrobiologi?
- 2) Siapakah penemu *Spirogyra* pertama, yang menjadi awal ketertarikan para ahli biologi mempelajari biota perairan?
- 3) Jelaskan bahwa berkembangnya oceanografi telah membantu berkembangnya pengetahuan tentang perairan tawar (limnologi)?
- 4) Bagaimana awal mula di temukannya plankton?
- 5) Kapan berkembangnya penelitian di estuaria?
- 6) Siapakah yang membuat buku pertama tentang limnologi?
- 7) Siapakah yang memelopori penelitian limnologi di Amerika Serikat?
- 8) Organisasi dunia apakah yang mewadahi ahli-ahli hidrobiologi?
- 9) Pada saat sekarang limnologi sangat berperan, antara lain dalam pembangunan dan pengelolaan waduk, jelaskan!
- 10) Bagaimana gambaran penelitian bagi tujuan jangka panjang di bidang perairan?

*Petunjuk Jawaban Latihan*

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan tersebut, mahasiswa harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 2 tentang sejarah perkembangan hidrobiologi yang mencakup tahapan perkembangannya.

**RANGKUMAN**

---

Sejarah perkembangan hidrobiologi dimulai dari tulisan Euclid ( $\pm$  300 SM), tentang optik, yang selanjutnya mengalami penemuan kehidupan organisme yang tidak terlihat oleh mata, yang antara lain dilakukan oleh Anton Van Leeuwenhoek yang pada tahun 1674 yang menemukan *Spirogyra*. Didapatkannya berbagai variasi hewan di laut telah mendorong berkembangnya pengetahuan tentang oceanografi, dan selanjutnya juga membantu perkembangan pengetahuan tentang perairan tawar (limnologi).

Perkembangan hidrobiologi selanjutnya, dengan ditemukannya plankton pada tahun 1845 oleh Johannes Muller, selanjutnya Peter Erasmus meneliti crustacea mikroskopis pada danau-danau di Swis. Plankton yang diadapatkan oleh Johannes Muller, diperkenalkan oleh Hensen pada tahun 1887 yang menggambarkan bahan organik suspensi yang terbawa arus, angin, dan pasang surut. Ernst Haeckel mendefinisikan plankton sebagai organisme mikroskopis yang melayang-layang dalam air dan mudah terbawa oleh arus air. Organisme ini penting dalam pola rantai makanan di perairan, terutama fitoplankton yang menjadi produsen primer yang paling berperan di perairan.

Setelah banyak penelitian dilakukan di danau-danau, pada tahun 1860 JR Lorenz memelopori penelitian di daerah estuaria di Elbe, Jerman. Sementara di Amerika Serikat penelitian tentang danau diawali oleh Louis Agassiz pada tahun 1850 di danau Superior, dan akhirnya berkembang dengan mantap dan terbit pula buku pertama tentang limnologi dibuat oleh Paul S Welch pada tahun 1935.

Tahun 1948 berdiri suatu organisasi yang mewadahi penelitian tentang hidrobiologi, yaitu **The American Society of Limnological and Oceanography** dan mempublikasikan jurnal limnologi dan oseanografi. Pada saat sekarang hidrobiologi juga berperan dalam mendasari penelitian untuk kepentingan jangka panjang.

**TES FORMATIF 2**

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Kedudukan plankton sangat penting dalam rantai makanan di suatu perairan. Pengertian plankton adalah ....
  - A. organisme mikroskopis di perairan
  - B. organisme kecil dan sisanya yang melayang-layang dan terbawa arus di perairan laut
  - C. hewan dan tumbuhan kecil yang melayang-layang terbawa arus yang dapat tertangkap oleh plankton net
  - D. organisme mikroskopis yang melayang-layang dan terbawa arus
  
- 2) Awal perkembangan hidrobiologi dipengaruhi oleh berbagai penemuan, *kecuali* ....
  - A. ditemukannya mikroskop
  - B. ditemukannya ikan-ikan di laut
  - C. ditemukannya plankton net
  - D. berkembangnya oceanografi
  
- 3) Ahli yang memperkenalkan istilah plankton pertama kali adalah ....
  - A. Johannes Muller
  - B. Peter Erasmus
  - C. Victor Hensen
  - D. Ernst Haeckel
  
- 4) Ahli yang menemukan plankton pertama kali adalah ....
  - A. Johannes Muller
  - B. Peter Erasmus
  - C. Victor Hensen
  - D. Ernst Haeckel
  
- 5) Ahli yang melakukan penelitian tentang danau di Amerika Serikat pertama kali adalah ....
  - A. Stephen A Formes
  - B. J.R. Lorenz
  - C. Louis Agassiz
  - D. G.E. Hutchinson

- 6) Empat serangkai yang mengembangkan penelitian perairan danau di Amerika Serikat kecuali ....
  - A. C.A. Kofoid
  - B. James G Needham
  - C. E.A. Birge and D.C. Juday
  - D. J.R. Lorenz
  
- 7) Penyusun buku, yang akhirnya menjadi referensi limnologi standar dunia adalah ....
  - A. G. Evelyn Hutchinson
  - B. Frans Ruttner
  - C. Paul S Welch
  - D. C.A. Kofoid
  
- 8) Ahli yang mengembangkan penelitian di perairan sungai pertama kali adalah ....
  - A. G.Evelyn Hutchinson
  - B. Hynes
  - C. Paul S Welch
  - D. C.A. Kofoid
  
- 9) Tiga bidang pengembangan ekosistem akuatik adalah sebagai berikut, kecuali ....
  - A. fokus pada identifikasi
  - B. studi kultur murni
  - C. eksperimen analogi
  - D. pengukuran di lapangan
  
- 10) Limnologi sangat berperan dalam pembangunan waduk terutama dalam kaitan dengan hal-hal berikut, kecuali ....
  - A. tinggi pembuangan air
  - B. biaya membangun
  - C. beban sedimen
  - D. sumber polusi

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 Kegiatan Belajar 3. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

**KEGIATAN BELAJAR 3****Kelompok Biota Air**

Setelah penjelasan tentang pengertian dan ruang lingkup (kegiatan belajar 1) dan sejarah perkembangan hidrobiologi (kegiatan belajar 2) Anda kuasai, saatnya Anda mempelajari tentang biota air. Agar mudah dalam mempelajari akan disampaikan pengelompokan biota air sesuai dengan keadaan yang ada.

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

Dalam ekosistem perairan organisme dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu:

**A. BERDASARKAN KEDUDUKANNYA DALAM STRUKTUR TROFIK, YAITU:**

1. **Autotrof** atau **produsen**, yaitu tumbuhan berhijau daun dan jasad-jasad renik kemosintetik yang dapat membuat makanan dari substansi anorganik sederhana, dimana energi matahari pada awalnya ditangkap oleh organisme autotrof dan disimpan dalam ikatan kimia zat organik tanaman.
2. **Heterotrof** atau **konsumen/makrokonsumen**, meliputi organisme yang mendapatkan energinya dengan mengonsumsi organisme autotrof, yaitu hewan herbivora, karnivora, dan omnivora yang memakan tumbuhan, hewan atau zat organik. Organisme hewan yang mengonsumsi tumbuhan disebut herbivora, sedangkan hewan 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, yang memakan herbivora dan karnivora.
3. **Dekomposer** atau **pengurai** atau **mikrokonsumen**, terutama bakteri, jamur yang memecah molekul organik yang kompleks dari organisme mati, sambil menyerap beberapa hasil penguraian dan melepaskan

zat/molekul sederhana sehingga dapat digunakan lagi oleh autotrof atau produsen.

## 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 ditemui hidup di semua bentuk perairan, baik di sungai, danau, waduk, baik perairan tawar, payau, dan laut. Di perairan plankton terdapat dalam jenis dan jumlah yang sangat banyak dan merupakan komponen utama dalam rantai makanan (**food chain**) dan jaring makanan (**food web**). Plankton menjadi pakan bagi sejumlah konsumen dalam rantai makanan dan jaring makanan. Berubahnya fungsi perairan sering diakibatkan oleh adanya perubahan struktur dan jumlah plankton. Plankton terdiri atas: **fitoplankton** yang merupakan plankton dari jenis tumbuhan yang dapat melakukan fotosintesis dan **zooplankton** yang merupakan plankton dari jenis hewan. Kemampuan fitoplankton melakukan fotosintesis adalah karena fitoplankton mengandung klorofil yang berfungsi untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik dengan bantuan sinar matahari. Zat organik dimanfaatkan sendiri untuk kebutuhan hidupnya dan untuk organisme lainnya. Pada kedalaman dimana intensitas cahaya matahari masih memungkinkan untuk proses fotosintesis, maka fitoplankton dapat ditemukan. Oleh karenanya fitoplankton merupakan produsen primer yang paling besar perannya di perairan.

Plankton ditangkap menggunakan jaring plankton. Plankton yang dapat ditangkap dengan menggunakan jaring plankton (**plankton net**) disebut plankton jaring (**net plankton**). Sedangkan plankton yang tidak dapat ditangkap dengan jaring plankton karena ukuran organisme sangat kecil disebut **nannoplankton**. Berdasarkan asal usulnya, plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu (a) **autoplankton**, yaitu plankton yang berasal dari habitat tersebut; dan (b) **alloplankton**, yaitu plankton yang berasal dari luar habitat tersebut.

Lebih lanjut plankton dapat dibedakan atas dasar tempat hidupnya atau daerah penyebarannya, yaitu (a) **limnoplankton**, yaitu plankton air tawar atau danau; (b) **haliplankton**, yaitu plankton air laut; (c) **hypalmioplankton**, plankton air payau; (d) **heleoplankton**, yaitu



plankton air kolam; dan (e) **potamoplankton** atau **rheoplankton**, yaitu plankton air sungai.

Plankton dapat pula dibedakan menjadi dua kelompok atas dasar sejarah hidupnya, yaitu **holoplankton**, yaitu organisme yang selama hidupnya bersifat plankton; dan **meroplankton**, yaitu organisme yang hanya sebagian hidupnya bersifat plankton.

Ada berbagai macam kategori ukuran plankton, yaitu sebagai berikut:

- Megaplankton, adalah organisme mengapung yang besar dengan panjang lebih dari 2mm.
  - Makroplankton (0,2-2mm).
  - Mikroplankton (20 $\mu$ m-0,2mm).
  - Nannoplankton (2-20 $\mu$ m) yaitu plankton yang tidak dapat ditangkap dengan jaring plankton.
  - Ultraplankton (<2 $\mu$ m) yaitu kebanyakan bakteri, memerlukan paling tidak perbesaran 400x untuk mendeteksi dan menghitungnya.
2. **Nekton**, yaitu organisme yang mampu berenang atau berpindah dengan aktif. Termasuk golongan ini adalah ikan, amfibia, dan insekta yang dapat berenang.
  3. **Bentos**, yaitu organisme nabati atau hewani yang hidup di permukaan dasar perairan atau di dalam dasar perairan. Khusus untuk hewan, bentos dapat dibedakan lagi atas dasar cara pengambilan makanannya, yaitu jasad penyaring (**filter feeder**), misalnya berbagai jenis kerang, dan jasad pemakan deposit (**deposit feeder**), misalnya berbagai jenis siput. Berdasarkan tempat tinggalnya dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu (a) **epifauna**, adalah hewan yang hidup di permukaan dasar perairan, baik yang hidup melekat maupun yang merangkak atau merayap; (b) **infauna**, adalah hewan yang hidup di dalam dasar perairan atau yang menggali lubang. Lebih lanjut bentos dapat dibedakan atas dasar ukurannya, yaitu (a) **mikrobentos** adalah bentos yang mempunyai ukuran lebih kecil dari 0,1 mm; (b) **meiobentos**, adalah bentos yang berukuran antara 0,1-1,0 mm, dan (c) **makrobentos** adalah bentos yang berukuran lebih besar dari 1,0 mm. Adapun taksa yang termasuk kelompok makrobentos adalah: Insecta, Mollusca, Oligochaeta, Crustacea, Amphipoda, Isopoda, Decapoda, dan Nematoda.
  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. Jenis-jenis algae

perifiton (**attached**) yang umum ditemukan pada perairan mengalir terbagi ke dalam tiga kelompok, yaitu:

- a. *Ephipelic* (terdapat pada lumpur), meliputi: *Surirella* sp., *Navicula* sp., *Coloneis* sp., *Nitzschia* sp., *Melosira*, sp., *Neidium* sp., *Cymatopleura* sp., *Phormidium* sp., *Fragillaria* sp., *Frustulia* sp., *Gyrosigma* sp., *Diploneis* sp., *Stauroneis* sp., *Amphipleura* sp., *Amphora* sp., *Cymbella* sp., *Bacillaria* sp., *Scenedesmus* sp., *Pediastrum* sp., *Spirulina* sp., dan *Oscillatoria* sp.
  - b. *Epilithic* (terdapat pada batuan atau benda lain), meliputi: *Hindelbrandia* sp., *Rivularia* sp., *Lithoderma* sp., *Meridion* sp., *Chamaesiphon* sp., *Diatoma* sp., *Cocconeis* sp., *Achnanthes* sp., *Gomphonema* sp., *Cladophora* sp., *Vaucheria* sp. dan *Lemanea* sp.
  - c. *Epiphytic* (terdapat pada tumbuhan), meliputi: *Oncobyrsa* sp., *Chamaesiphon* sp., *Rivularia* sp., *Dermocarpa* sp., *Aphanochaete* sp., *Chaetophora* sp., *Oedogonium* sp., *Bulbochaete* sp., *Cocconeis* sp., *Achnanthes* sp., *Synedra* sp., *Cymbella* sp., dan *Gomphonema* sp.
5. *Neuston* yaitu organisme yang hidup di permukaan perairan.

## C. MENURUT RANTAI MAKANAN DI PERAIRAN

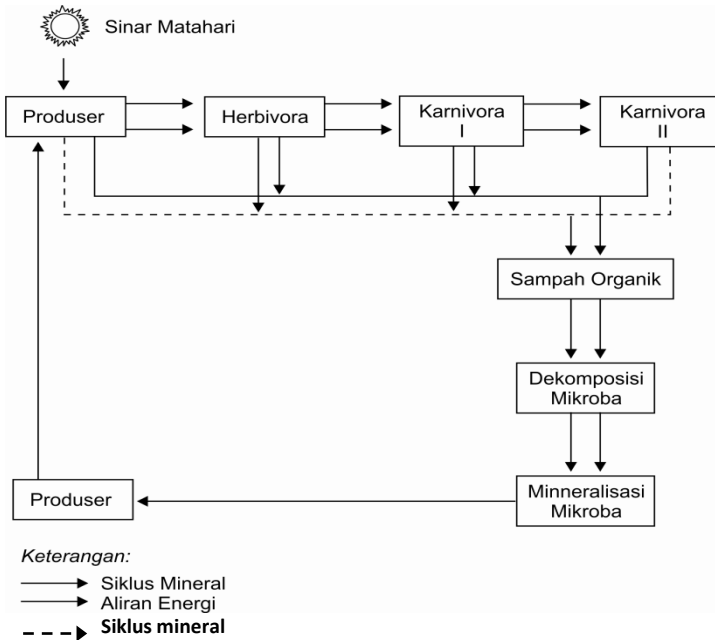
Selain dapat dikelompokkan dalam kategori struktur trofik dan cara hidupnya, pada biota air ternyata terdapat suatu hubungan dalam bentuk rantai makanan dan transfer energi diantara biota tersebut. Rantai makanan (**food chain**) adalah suatu transfer energi dari tumbuhan melalui serangkaian organisme dengan jalan makan memakan. Energi merupakan salah satu ukuran perubahan yang tepat, namun unsur hara yang diperlukan untuk pembentukan molekul organik seperti asam amino dan vitamin juga merupakan bahan makanan bagi suatu organisme, dan nilai nutrisi per kalori makanan bervariasi. Oleh karena itu, diagram aliran energi perlu secara hati-hati diinterpretasikan. Kebanyakan energi dan unsur hara diperlukan oleh suatu tingkatan trofik yang hilang sebagai panas atau tertahan dalam sejumlah kecil untuk keperluan pertumbuhannya. Efisiensi transfer energi bervariasi sekitar 20-40% tergantung atas umur dan kekomplekan organisme. Konsep yang paling umum dalam transfer biomassa dan energi adalah piramida biologi. Pada bagian dasar piramida, tumbuhan mempunyai komposisi yang terbesar, kemudian herbivora di tengah, dan yang terakhir pada bagian puncaknya ditempati oleh karnivora. Pada tiap transfer terdapat

60-80% energi potensial hilang sebagai panas, oleh karena itu rantai makanan dalam satu deretan jumlahnya terbatas, biasanya 4-5 tingkat. Lebih pendek rantai makanan, maka lebih banyak energi yang tersedia yang dapat dimanfaatkan.

Ada dua tipe dasar rantai makanan (food chains) yaitu:

- a. **Grazing Food Chains**, yang berasal dari tumbuhan ke herbivora (pemakan tumbuhan) dan kemudian ke karnivora (pemakan hewan).
- b. **Detritus Food Chains**, yang berasal dari unsur-unsur organik ke mikroorganisme, kemudian ke detritivora (pemakan detritus) dan predatornya.

Rantai makanan bukan merupakan suatu deretan yang terpisah, tetapi saling berhubungan antara satu dengan lainnya, hal ini sering disebut dengan **jaring-jaring makanan** (food web). Dalam suatu komunitas alam yang kompleks, organisme yang makanannya diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dengan jumlah tingkat yang sama dikatakan memiliki tingkat tropik yang sama. Dengan demikian tumbuhan hijau (sebagai produsen) menduduki **tingkat tropik I**, herbivora (sebagai konsumen primer) menduduki **tingkat tropik II**, karnivora primer (sebagai konsumen sekunder) menduduki **tingkat tropik III**, dan karnivora sekunder (sebagai konsumen tersier) menduduki **tingkat tropik IV**. Suatu spesies tertentu, mungkin menduduki satu atau lebih tingkat tropik tergantung dari sumber energi yang diasimilasinya (Gambar 1.2.).



Gambar 1.2.

Bagan perpindahan mineral dan energi dalam suatu ekosistem perairan

Menurut hukum Termodinamika II, pada setiap transfer energi selalu terjadi kehilangan sebagian energi sebagai panas. Efisiensi transfer energi pada setiap mata rantai makanan disebut efisiensi ekologi dan biasanya dinyatakan dalam persentase. Efisiensi ekologi adalah tinggi rendahnya persentase aliran energi pada tingkat tropik tertentu.

Komunitas fitoplankton dan tumbuhan hijau membentuk dasar dari grazing food web. Tipe dari jaring-jaring makanan lebih nyata pada ekosistem estuari, ekosistem pesisir, dan ekosistem perairan neritik serta epipelagik. Zooplankton dan predatornya merupakan konsumen utama dan kedua pada grazing food chain. Sebaliknya dasar dari detritus food chain adalah detritus yang secara umum membentuk bahan partikel dan organik terlarut. Detritus pada perairan dangkal dihasilkan dari akumulasi materi tumbuhan dan makrofita benthik. Pada umumnya 90% produksi utama makrofita benthik mengalir ke detritus *food chain*, sebagai akibat laju pemanfaatan herbivora yang rendah.

Pada umumnya detritus estuari dikonsumsi secara langsung oleh detritivora yang hidup sebagai bentik. Detritus membentuk substrat untuk pertumbuhan bakteri, cendawan, dan mikroalga yang dapat menyediakan makanan bagi konsumen utama. Bakteri dan cendawan adalah dekomposer yang melekat pada substrat detritus untuk membentuk dan merombak bahan-bahan partikel dan organik terlarut.

#### D. MENURUT ZONA (DAERAH/WILAYAH) ATAU SUB HABITAT

Menurut zona atau sub habitat, biota 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 fotosintesis yang seimbang dengan respirasi. Pada umumnya nilai ini sama dengan 1% intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan air. Komunitas organisme di sini terdiri atas: 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 **Eufotik**, 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. Komunitas organisme di sini terdiri dari bentuk yang tahan pada oksigen rendah dan organisme decomposer.

## 2. Sungai (perairan mengalir/lotik)

Pada umumnya sifat komunitas pada perairan mengalir didasarkan pada jenis mintakatnya, yaitu riam dan lubuk. Masing-masing komunitas dari kedua mintakat tersebut memperlihatkan jasad-jasad yang khas, yaitu sebagai berikut:

- a. *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 bentik (yang menempel atau bergerak sangat pasif) atau perifiton yang melekat erat pada substrat padat dan nekton yang dapat melawan arus yang kuat. Pada **mintakat riam**, memperlihatkan adaptasi yang memungkinkan organisme pada habitat arus deras, seperti: *Simulium* sp., larva Blepharoceridae, *Bibiochepala* sp., larva Psephenidae, *Psephenus* sp., *Hydropsyche* sp., nimfa Iron, dan nimfa *Isogenus* sp.
- b. *Daerah arus lambat*, daerah ini arus air lemah dan memiliki kedalaman tertinggi dari wilayah riam. Partikel-partikel di daerah ini memungkinkan untuk mengendap. Pada *mintakat lubuk*, memperlihatkan cara hidup dengan membuat liang dalam dasar tepian sungai, seperti nimfa *Hexagenia* sp. dan nimfa *Progomphus* sp.

Beberapa bentuk adaptasi jasad-jasad hewani yang hidup di perairan mengalir, baik pada mintakat riam maupun lubuk, dimaksudkan agar dapat bertahan atau tidak hanyut terbawa arus sungai.

Bentuk-bentuk adaptasi tersebut antara lain:

1. Bertaut secara permanen pada substrat yang kokoh, seperti di bebatuan, tumbuhan air dan benda lainnya. Contoh: *Porifera* dan larva *Trichoptera*.
2. Dengan kait dan alat-alat pelekat. Beberapa jasad-jasad hewani yang mempunyai kait dan alat-alat pelekat pada permukaan, baik sangat rata maupun licin sekali. Contohnya larva *Simulium* sp., *Blepharocera* sp. (Diptera), dan *Hydropsyche* sp. (Trichoptera).

3. Dengan bagian bawah tubuh yang lekat. Jasad-jasad hewani yang dapat melekat pada permukaan substrat, contohnya: berbagai jenis siput dan cacing pita.
4. Dengan bentuk tubuh yang sesuai, dengan habitat hidupnya. Dengan demikian terlihat bagian anterior lebih lebar daripada bagian posterior. Hal ini meminimalkan tahanan terhadap air yang bergerak di permukaan tubuh.
5. Dengan bentuk tubuh yang pipih. Jasad-jasad hewani yang memiliki bentuk tubuh yang pipih yang memungkinkan mereka berlindung di bawah batuan atau celah-celah di dasar perairan. Contohnya adalah nimfa Ephemeroptera dan Plecoptera.
6. Rheotaksis positif, hampir semua hewani yang hidup dalam habitat riam memiliki kemampuan adaptasi tubuhnya sedemikian rupa, sehingga tubuhnya sejajar dengan arah arus, dan kepalanya menghadap ke arah datangnya arus.
7. Thigmotaksis positif, hewan yang hidup pada habitat riam yang mempunyai pola tingkah laku lain, seperti: merapatkan diri atau melekatkan diri pada suatu permukaan. Contohnya adalah nimfa Ephemeroptera.

Pada dasarnya adaptasi organisme terhadap lingkungan perairan yang berarus, diduga terjadi lewat dua cara, yaitu: (1) struktur tubuh mengalami spesialisasi dan reaksi-reaksi faal. Hal ini dapat terjadi pada berbagai ordo dan famili yang secara alami tidak mengalami adaptasi lewat seleksi alamiah, contohnya Diptera, pada perkembangan filogenetik, seperti alat pelekat dan lipatan kulit. (2) organisme yang semula memang telah memiliki bentuk atau fungsi yang sesuai dengan habitat riam.

Adaptasi struktural dari tumbuhan air merupakan suatu upaya peningkatan daya apung atau mempertahankan diri dalam lingkungan perairan. Adaptasi struktural untuk setiap jenis tumbuhan air berbeda-beda, antara lain:

1. **Water starwort** (*Callitriche platycarpa*), jenis ini mengurangi jaringan kayunya untuk muncul di permukaan air dan mempunyai roset daun yang mengambang pada permukaan untuk membantu menyanggah tangkai yang tipis dan ringan sehingga tetap berada di permukaan air. Adapun daun-daun yang berada di dalam air ukurannya lebih kecil dan runcing.

2. **River crowfoot** (*Ranunculus fluitans*), jenis ini tumbuh pada sungai yang berarus deras dengan bentuk daun seperti benang yang melekat pada tangkai panjang yang menjulur sedikit melawan arus. Disini terlihat reduksi daun yang nyata.
3. **Water crowfoot** (*Ranunculus aquatilis*), jenis ini tumbuh pada sungai yang berarus lambat dengan dua tipe daun. Daun yang berada di bawah permukaan air adalah kecil dan terbelah, sedangkan daun yang mengapung adalah lebar dan palmatus (seperti daun tumbuhan darat).
4. **Leaves of Arrowhead** (*Sagittaria sagittifolia*), jenis ini mempunyai daun yang terendam dalam air dengan bentuk kecil (seperti rumput) sebagai syarat untuk hidup dalam perairan yang berarus, sedangkan daun yang berada pada permukaan air berbentuk ovatus dan selanjutnya berkembang menjadi kecil dan kaku.
5. **Water lilies** (*Nymphaea alba*), jenis ini memperlihatkan keanehan yang lain, dimana stomata umumnya terbatas pada permukaan bagian atas daun, sehingga dapat langsung berhubungan dengan udara.
6. **Amphibious persicaria** (*Polygonum amphibium*) dan **Floating pondweed** (*Potamogeton natans*), kedua jenis ini mempunyai daun-daun yang mengapung pada permukaan air yang berfungsi untuk menyanggah bunga.
7. **Water violet** (*Hottonia palustris*), jenis ini hanya tumbuh di dekat permukaan air pada saat batang berbunga dengan pangkal daun terbelah tebal dan kusat. Dalam kondisi ekstrim, tidak terdapat daun-daun yang mengapung dan tumbuhan seluruhnya gugur tenggelam, namun ada organ yang khusus membawa bunga ke permukaan.
8. **Curled pondweed** (*Potamogeton crispus*), jenis ini memproduksi turions dalam bentuk kuncup lain yang patah dari induknya dan tumbuh akar-akar dan daun-daun segar.
9. **Frogbit** (*Hydrocharis morsusraeae*), jenis ini mengembangkan turion seperti kuncup yang kuat pada pangkal stolon di dalam air yang cukup panjang.

Jenis tumbuhan air juga dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. Tumbuhan dengan akar masuk ke dalam substrat  
Contohnya: *Nitella* sp., *Chara* sp., *Myriophyllum* sp., *Sium* sp., *Potamogeton densus*, *Ranunculus fluitans*.
- b. Tumbuhan dengan akar yang mempunyai adaptasi spesial



Contohnya: Waterslili (*Nuphar luteum*).

- c. Tumbuhan Submerged, dikelompokkan menjadi:
- 1) Pada habitat dengan kecepatan lebih besar dari 60 cm/dt  
Contohnya: *Fontinalis squamosa*, *Fontinalis antipyretica*, *Platyhypnidium rusciforme*, *Hypnum palustre*.
  - 2) Pada habitat dengan kecepatan antara 25-60 cm/dt  
Contohnya: *Ranunculus fluitans*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Myriophyllum spicatum*, *Sium erectum*, *Ranunculus pseudofluitans*.
  - 3) Pada habitat dengan kecepatan antara 10-25 cm/dt.  
Contohnya: *Potamogeton polygonifolius*, *P. nitens*, *P. alpinus*, *P. perfoliatus*, *Sparganium simplex*, *Sagittaria sagittifolio*, *Hippuris vulgaris*.
  - 4) Pada habitat dengan kecepatan lebih kecil dari 10 cm/dt  
Contohnya: *Potamogeton heterophyllus*, *P. crispus*, *P. pectinatus*, *P. erispus*, *P. lucens*, *Juncus supinus*, *Elodea canadensis*, *Callitriche intermedia*, *Callitriche stagnalis*.
- d. Tumbuhan floating plants  
Contohnya: Duckweeds (*Lemna minor* dan *L. trisulca*), Phragmites (alang-alang), *Cyperus papyrus*, *Paspalum repens*, Water hyacinth (*Eichornia crassipes*).

Ada beberapa jenis tumbuhan air yang hanya terdapat pada kondisi lingkungan tertentu. Jenis tumbuhan, seperti *Juncus fluitans*, *Potamogeton polygonifolius*, dan *Myriophyllum alterniflorum* hanya ditemukan pada perairan air lunak (*soft water*). Selanjutnya jenis tumbuhan *Juncus fluitans* dan *Labelia dormanna* ditemukan pada perairan sungai yang asam (pH rendah), sedangkan jenis *Apium nodiflorum*, *Berula angustifolia*, *Nasturtium officinale*, dan *Myosotis palustris* ditemukan pada perairan sungai yang calcaceous (pH tinggi).



## LATIHAN

---

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

- 1) Sebutkan klasifikasi organisme air berdasarkan kedudukannya dalam struktur trofik!
- 2) Sebutkan kelompok-kelompok organisme perairan berdasarkan modulus hidupnya?
- 3) Sebutkan kelompok-kelompok organisme perairan atas dasar kedudukan rantai makanan!
- 4) Jelaskan perbedaan antara plankton dengan perifiton!
- 5) Plankton dapat dikelompokkan berdasarkan tempat hidupnya atau daerah penyebarannya, sebutkan kelompok-kelompok tersebut!
- 6) Jelaskan perbedaan antara bentos dan neuston!
- 7) Jelaskan apa yang dimaksud dengan nekton!
- 8) Jelaskan apa yang dimaksud dengan rantai makanan!
- 9) Sebutkan dua tipe rantai makanan!
- 10) Jelaskan apa yang dimaksud jaring-jaring makanan!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan tersebut, mahasiswa harus mempelajari materi Kegiatan Belajar 3 tentang kelompok biota perairan dan rantai makanan di perairan.



## RANGKUMAN

---

Organisme di perairan dapat diklasifikasikan berdasarkan: struktur trofik, modulus hidupnya, dan kedudukannya dalam rantai makanan. Berdasarkan struktur trofik, organisme dibedakan menjadi: autotrof, heterotrof/makrokonsumen, dan dekomposer/mikrokonsumen. Berdasarkan modulus hidupnya, organisme dikelompokkan menjadi: plankton, nekton, bentos, perifiton, dan neuston. Berdasarkan rantai makanan, organisme dikelompokkan dalam **grazing food chain** dan **detritus food chain**.

Plankton dapat ditangkap dengan jaring plankton (*plankton net*) dan disebut dengan plankton jaring (**net plankton**), sedangkan organisme

yang tidak dapat ditangkap dengan plankton net disebut dengan **nannoplankton**. Plankton dibedakan atas dasar tempat hidupnya menjadi: limnoplankton, haliplankton, hipalmioplankton, heleoplankton, potamoplankton/ rheoplankton. Berdasarkan ukurannya plankton dibedakan dalam: megaplankton, makroplankton, mikroplankton, nannoplankton, dan pikoplankton. Bentuk ada yang bersifat **filter feeder** dan **deposit feeder**, serta ada yang hidup infauna, epifauna, dan ada pula yang berukuran mikro, meio, dan makro.

Rantai makanan adalah suatu transfer energi dari tumbuhan melalui serangkaian organisme dengan jalan makan-memakan. Pada tiap transfer ada 60-80% energi potensial yang hilang sebagai panas. Makin pendek rantai makanan, maka lebih banyak tersedia energi yang dapat dimanfaatkan.



### TES FORMATIF 3

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Organisme yang mampu menghasilkan makanan sendiri disebut ....
  - A. heterotrof
  - B. autotrof
  - C. dekomposer
  - D. makrokonsumen
  
- 2) Organisme pengurai disebut dengan ....
  - A. heterotrof
  - B. dekomposer
  - C. makrokonsumen
  - D. autotrof
  
- 3) Jasad-jasad nabati atau hewani yang hidup di permukaan dasar perairan atau di dalam dasar perairan disebut ....
  - A. bentos
  - B. plankton
  - C. nekton
  - D. perifiton
  
- 4) Ikan termasuk kelompok organisme ....
  - A. bentos
  - B. plankton

- C. nekton
  - D. neuston
- 5) Jasad-jasad nabati atau hewani yang hidup melekat pada vegetasi air atau benda yang terletak di atau muncul ke luar dari permukaan dasar perairan disebut dengan ....
- A. bentos
  - B. plankton
  - C. nekton
  - D. perifiton
- 6) Organisme pemakan tumbuhan disebut dengan ....
- A. karnivora primer
  - B. karnivora sekunder
  - C. herbivora
  - D. produsen
- 7) Pada tiap transfer terdapat energi yang hilang sebagai panas, sebanyak ....
- A. 10-20%
  - B. 20-40%
  - C. 60-80%
  - D. 100%
- 8) Pada umumnya dalam satu deret rantai makanan berjumlah ....
- A. 3-4 tingkat
  - B. 3-5 tingkat
  - C. 4-5 tingkat
  - D. 5-6 tingkat
- 9) Rantai makanan dari tumbuhan ke herbivora dan ke karnivora adalah ....
- A. grazing food chains
  - B. detritus food chains
  - C. food chains
  - D. food web
- 10) Bahan organik ke mikroba dan ke detritivora adalah ....
- A. grazing food chains
  - B. detritus food chains
  - C. food chains
  - D. food web

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

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

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. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### Tes Formatif 1

- 1) B benar, hidrobiologi adalah pengetahuan yang mempelajari kehidupan organisme di air laut, air danau, air sungai, dan akuarium.
- 2) B benar, yang dipelajari dalam hidrobiologi adalah kehidupan hewan dan tumbuhan yang hidup di air.
- 3) B benar, pasir laut tidak termasuk sumberdaya hayati perairan
- 4) D benar, satu hal yang kurang bijaksana pengetahuan tentang biota air yang mendukung dalam pengelolaan ekosistem perairan adalah penebangan hutan-hutan bakau untuk pemukiman merupakan.
- 5) C benar, transportasi air merupakan objek yang tidak dipelajari dalam hidrobiologi.
- 6) C benar, parameter organoleptik dalam air minum, antara lain: rasa, bau, warna.
- 7) D benar, bakteri yang merupakan sumber penyakit antara lain: *Salmonella paratyphi*, *Vibrio cholera*, dan *Escherichia coli*.
- 8) C benar, bakteri yang menjadi parameter dan harus diukur dalam air baku air minum adalah Faecal coliform.
- 9) D benar, maksimum jumlah total coliform yang diperbolehkan untuk air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 adalah 100 individu/100 mL.
- 10) A benar, bakteri penyebab sakit disentri pada air minum yang tercemar yaitu *Shigella flexneri*.

### Tes Formatif 2

- 1) C benar, plankton adalah hewan dan tumbuhan kecil yang melayang-layang terbawa arus yang dapat tertangkap oleh plankton net.
- 2) B benar, awal perkembangan hidrobiologi di pengaruhi oleh berbagai penemuan, antara lain: ditemukannya mikroskop, ditemukannya plankton net, dan berkembangnya oceanografi.
- 3) A benar, ahli yang memperkenalkan istilah plankton pertama kali adalah Johannes Muller.

- 4) C benar, ahli yang menemukan plankton pertama kali adalah Victor Hensen.
- 5) C benar, ahli yang melakukan penelitian tentang danau di Amerika Serikat pertama kali adalah Louis Agassiz.
- 6) D benar, 4 serangkai yang mengembangkan penelitian perairan danau di Amerika Serikat adalah C.A. Kofoid, James G Needham, E.A. Birge, and D.C. Juday.
- 7) A benar, penyusun buku dan akhirnya menjadi referensi limnologi yang terkenal adalah G.Evelyn Hutchinson.
- 8) B benar, ahli yang mengembangkan penelitian di perairan sungai pertama kali adalah Hynes.
- 9) A benar, 3 bidang pengembangan ekosistem akuatik adalah studi kultur murni, eksperimen analogi, dan pengukuran di lapangan.
- 10) B benar, limnologi sangat berperan dalam pembangunan waduk terutama yang berkaitan dengan: tinggi pembuangan air, beban sedimen, sumber polusi.

### *Tes Formatif 3*

- 1) B benar, organisme yang mampu menghasilkan makanan sendiri disebut autotrof.
- 2) B benar, organisme pengurai disebut dengan dekomposer.
- 3) A benar, jasad-jasad nabati atau hewani yang hidup di permukaan dasar perairan atau di dalam dasar perairan disebut dengan bentos.
- 4) C benar, ikan termasuk kelompok organisme nekton.
- 5) D benar, jasad-jasad nabati atau hewani yang hidup melekat pada vegetasi air atau benda yang terletak di atau muncul keluar dari permukaan dasar perairan disebut dengan perifiton.
- 6) C benar, organisme pemakan tumbuhan disebut dengan herbivora.
- 7) C benar, pada tiap transfer terdapat energi yang hilang sebagai panas sebanyak 60-80%.
- 8) C benar, pada umumnya dalam satu deret rantai makanan berjumlah 4-5 tingkat.
- 9) A benar, rantai makanan dari tumbuhan ke herbivora dan ke karnivora adalah grazing food chains.
- 10) B benar, bahan organik ke mikroba dan ke detritivora adalah detritus food chains.

## Glosarium

- Akuatik : berkaitan dengan habitat air, misalnya tumbuhan akuatik merupakan tumbuhan yang hidup dan membiak di dalam air [*aquatic*]
- Bentos : organisme yang hidup di permukaan atau di dalam sedimen dasar di suatu badan air
- Dekomposer : Organisme heterotrof (misalnya bakteri dan jamur) menguraikan senyawa kompleks dari protoplasma organisme lain yang telah mati. Organisme yang mendapatkan energi dan makanan dari hasil penguraian organisme mati. Pengurai [*decomposer*]
- Detritus : 1. Jasad renik yang mati dan mengalami kehancuran karena proses penguraian secara biologis sehingga dapat digunakan sebagai bahan makanan; 2. Kepingan struktur, misalnya kepingan kecil jaringan tumbuhan atau hewan yang mati dan terurai atau yang sudah terbentuk; 3. Partikel yang berasal dari bahan organik atau anorganik yang merupakan suspensi di dalam air dan dapat menjadi makanan penting bagi organisme tertentu; 4. Sisa bahan organik yang telah hancur dan sudah tidak tentu bentuknya sehingga tidak dapat dikenali asal-usulnya, masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan oleh beberapa jenis hewan tertentu [*detritus*]
- Epifauna : organisme benthik yang hidup pada atau bergerak melalui permukaan substrat [*epifauna*]
- Fitoplankton : 1. Tumbuhan atau alga yang bersifat planktonis, yang hidup dengan cara mengapung atau melayang-layang di dalam



- air sehingga gerakan dan penyebarannya terbatas karena tergantung pada gerakan air, tumbuhan, atau arus; 2. Golongan plankton yang melakukan fotosintesis [*phitoplankton*]
- Herbivor : hewan yang makanannya hanya bahan nabati, seperti: ikan koan, tawes, gurame [*herbivora*]
- Heterotrof : organisme yang mendapatkan makanan dari bahan organik; organisme yang memerlukan sumber makanan dari luar [*heterotrof*]
- Holoplankton : organisme yang seluruh daur hidupnya bersifat planktonik [*holoplankton*]
- Infauna : organisme benthik yang mempunyai kebiasaan hidup membenamkan dirinya ke dasar perairan, menggali saluran, atau membuat lubang di dasar perairan [*infauna*]
- Jaring plankton : jaring yang mempunyai mata jaring sangat halus, dibuat berbentuk kerucut, bagian ujungnya yang runcing terdapat wadah tempat terkumpulnya plankton [*plankton net*]
- Jaring makanan : rangkaian atau kumpulan rantai makanan yang saling berhubungan [*food web*]
- Komunitas : kumpulan populasi yang menghuni areal tertentu dan terjadi interaksi di antara populasi satu dengan lainnya; organisme dalam komunitas yang satu sama lain saling mempengaruhi distribusi, kelimpahan, dan evolusi [*community*]
- Limnologi : ilmu yang mempelajari perairan darat (misalnya danau, situ, waduk, sungai, rawa, dan lahan basah), terdiri atas komponen biotik dan abiotik, serta pengungkapan proses-proses interaksi diantara komponen-komponen itu [*limnology*]
- Nanoplankton : 1. Tanaman mikroorganisme yang berukuran kurang dari 10 $\mu$ ; 2. Plankton berukuran sangat kecil 6-60 $\mu$ , seperti diatom,

- dinoflagelata, protozoa, bakteria; 3. Organisme kecil yang tidak terjaring dengan jala, tersuspensi dalam perairan [*nannoplankton*]
- Nekton : hewan pelagis yang cukup kuat untuk berenang dan bergerak bebas di dalam kolom air sesuai dengan kemauannya [*nekton*]
- Neuston : organisme yang hidup di permukaan air [*neuston*]
- Omnivor : sifat makhluk hidup yang makanannya berasal dari binatang atau tumbuhan atau kedua-duanya [*omnivorous*]
- Plankton : jasad renik hewan maupun tumbuhan yang hidup melayang di dalam air, sebagian dapat bergerak aktif, tetapi gerakannya tidak mampu melawan arah gerakan air [*plankton*]
- Produser : organisme autotrof dalam suatu ekosistem yang mensintesis bahan organik kompleks dari bahan tak organik sederhana, seperti tumbuhan hijau yang melakukan fotosintesis, atau bakteri yang melakukan kemosintesis; penghasil makanan [*producer*]
- Zooplankton : mikroorganisme air berupa plankton yang terdiri atas hewan renik [*zooplankton*]

## Daftar Pustaka

- Barnes, R.S.K. dan K.H. Mann. 1991. *Fundamental of Aquatic Ecology*. Blackwell Scientific Publications. London.
- Bellinger, E.G. and D.C. Sigeo. 2010. *Freshwater Algae: Identification an Use Bioindicator*. A John Wiley & Sons Ltd. Publ. Chihester.
- Dodds, W.K. 2002. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications*. Academic Press. San Diego.
- Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1994. *Limnology*. International Student Edition. Mc. Graw Hill. Int. Book. Co. Tokyo.
- Lampert, W. dan U. Sommer. 2007. *Limnoecology*. The Ecology of Lakes and Streams.
- Lee, R.E. 2008. *Phycology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Payne, A.I. 1986. *The Ecology of Tropical Lakes and Rivers*. John Willey and Sons. Chichester.
- Romas, C.R., 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. San Diego.
- Ruttner, F. 1963. *Fundamental of Limnology*. University of Toronto Press, Toronto.
- Scheffer, M. 2004. *Ecology of Shallow Lakes (Population and Community Biology Series)*. 1 edition. Publisher: Springer; Dordrecht, Nedherland.
- Suthers, I.M. and D. Rissik. 2009. *Plankton, A Guide to Their Ecology And Monitoring*. Csiro Publ. Collingwood.
- Uhlmann, D. 1979. *Hidrobiology*. John Wiley & Sons. Chichester.

- Wehr, J.D. and R.G. Sheath. 2003. *Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification*. Academic Press. Amsterdam.
- Welch, P.S. 1952. *Limnology*. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*. Academic Press. San Diego.
- Wetzel, R.G dan G.E. Likens. 2000. *Limnological Analysis*. Springer-Verlag, Berlin-Heydelberg. New York.