

BBM 10

MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGAN - 2

PENDAHULUAN

Alam lingkungan manusia terdiri dari komponen - komponen makhluk hidup dan tak hidup (benda - benda mati). Dalam mempelajari lingkungan hidup kita perlu memahami konsep - konsep ekologi. Ekologi merupakan salah satu dasar ilmu lingkungan juga merupakan suatu cara pendekatan dalam mempelajari makhluk - makhluk hidup, sedangkan kajian dasar adalah populasi dan komunitas.

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik (interaksi) antara makhluk hidup dan lingkungannya, baik biotik (makhluk hidup lainnya) maupun abiotik (benda - benda mati). Ernest Haeckel (1834 - 1914) orang yang pertama kali mengemukakan definisi ekologi tersebut. Dalam ekologi kita mempelajari makhluk - makhluk hidup itu sebagai suatu kesatuan atau sistem dengan lingkungannya. Di dalam lingkungan hidup ini terdapat saling hubungan antar komponennya dan membentuk ekosistem. Sedangkan komponen penyusun ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivor, karnivor dan omnivor) dan dekomposer atau pengurai (mikroorganisme).

Di dalam suatu ekosistem senantiasa terjadi berbagai dinamika kehidupan seperti rantai makanan, jaring - jaring makanan, pembentukan biomassa, piramida makanan, siklus materi, aliran energi dan lain - lain. Dalam mengembangkan kesimpulan rantai makanan yaitu dengan adanya produsen, konsumen dan dekomposer maka dapat digunakan untuk membahas aliran energi dalam ekologi. Pada rantai makanan masing - masing kelompok organisme yang mempunyai jarak transfer makanan dari sumber energi akan menempati suatu tingkatan trofik tertentu. Pada umumnya produsen akan mempunyai tingkat trofik yang paling rendah.

Dengan demikian biomassa (berat total populasi) dari setiap tingkatan trofik yang dinyatakan dalam perbandingan luas, akan disusun mulai dari tumbuhan di tempat paling bawah dan tingkatan trofik yang lebih tinggi di atasnya, maka akan

terbentuk sebuah piramida makanan dan struktur trofik pada ekosistem dapat disajikan dalam bentuk piramida ekologi.

Secara umum BBM 10 menjelaskan tentang ekologi dan saling ketergantungan antara makhluk hidup (aksi interaksi).

Setelah mempelajari modul ini, secara khusus Anda diharapkan dapat :

1. Menjelaskan organisasi makhluk hidup mulai dari individu, populasi, komunitas, dan ekosistem.
2. Menjelaskan perbedaan antara rantai makanan dengan jaring - jaring makanan.
3. Menjelaskan piramida ekologi.
4. Menjelaskan komponen penyusun ekosistem.
5. Menjelaskan siklus materi.

Untuk membantu Anda mencapai tujuan tersebut, BBM 10 diorganisasikan menjadi dua Kegiatan Belajar (KB), sebagai berikut :

KB 1 : Ekologi.

KB 2 : Saling ketergantungan antara makhluk hidup (Aksi Interaksi).

Untuk membantu Anda dalam mempelajari BBM ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini :

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari bahan belajar ini.
2. Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata - kata kunci dari kata - kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata - kata kunci tersebut dalam kamus yang Anda miliki.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
4. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber - sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.
5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal - soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar ini.

Selamat Belajar !

EKOLOGI

PENGANTAR

Banyak cara pendekatan yang dapat digunakan untuk mempelajari makhluk hidup. Salah satu cara pendekatan dalam mempelajari makhluk hidup adalah ekologi. Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik atau interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya, baik biotik maupun abiotik. Ernest Haeckel (1834 - 1914) adalah orang yang pertama kali mengemukakan definisi ekologi tersebut.

Ekologi berkepentingan dalam menyelidiki interaksi organisme dengan lingkungannya. Pengamatan ini bertujuan untuk menemukan prinsip - prinsip yang terkandung dalam hubungan timbal balik tersebut.

Dalam studi ekologi digunakan metode pendekatan secara menyeluruh pada komponen - komponen yang berkaitan dalam suatu sistem. Maka ruang lingkup ekologi berkisar pada tingkat populasi, komunitas, dan ekosistem.

A. Prinsip - Prinsip Ekologi

Pembahasan ekologi tidak lepas dari pembahasan ekosistem dengan komponen penyusunannya, yaitu faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik antara lain suhu, air, kelembapan, cahaya, dan topografi, sedangkan faktor biotik adalah makhluk hidup yang terdiri dari manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroba. Ekologi juga berhubungan erat dengan tingkatan - tingkatan organisasi makhluk hidup, yaitu populasi, komunitas, dan ekosistem yang saling mempengaruhi dan merupakan suatu sistem yang menunjukkan kesatuan.

1. Faktor Biotik

Faktor biotik adalah faktor hidup yang meliputi semua makhluk hidup di bumi, baik tumbuhan maupun hewan. Dalam ekologi, tumbuhan berperan sebagai produsen, hewan berperan sebagai konsumen, dan mikroorganisme berperan sebagai dekomposer.

Faktor biotik juga meliputi tingkatan - tingkatan organisme yang meliputi individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer. Tingkatan - tingkatan organisme makhluk hidup tersebut dalam ekosistem akan saling berinteraksi, saling mempengaruhi membentuk suatu sistem yang menunjukkan kesatuan. Secara lebih terperinci, tingkatan organisasi makhluk hidup adalah sebagai berikut. Perhatikan Gambar 10.1

Gambar 10.1 Tingkatan organisasi makhluk hidup

a. Individu

Untuk lebih jelasnya, marilah kita bahas individu dalam keseharian. Anda tentu pernah melihat seekor kucing sedang tiduran, seorang anak sedang berlarian atau sebatang pohon rambutan tumbuh di pekarangan. Apa yang Anda lihat tersebut adalah satu makhluk hidup. Satu makhluk hidup yang Anda lihat itu disebut individu. Jadi Anda menyebut Anda sendiri sebagai individu, demikian juga tiap sebatang pohon pisang dalam rumpunnya. Tentu Anda dapat mengamati dengan jelas setiap jenis individu, Anda dapat menghitung banyaknya individu dalam kelompoknya.

Kita kadang - kadang agak sukar untuk menentukan individu dari satu kelompok organisme. Misalnya memisahkan individu rumput pada lapangan rumput, individu binatang pada binatang karang, begitu pula dengan memisahkan sebatang pohon kunyit dari rumpunnya.

Pernahkah Anda menanam ubi kayu dengan steknya? Potongan ubi kayu itu akan tumbuh menjadi individu baru. Telur burung berasal dari induk burung betina dapat

menetas dan menghasilkan individu burung. Oleh sebab itu berprinsip bahwa individu selalu bersifat tunggal.

Ada bermacam - macam adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya, yaitu: adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.

1. Adaptasi morfologi

Adaptasi morfologi merupakan penyesuaian bentuk tubuh untuk kelangsungan hidupnya. Contoh adaptasi morfologi, antara sebagai berikut.

a) Gigi - gigi khusus

Gigi hewan karnivor atau pemakan daging beradaptasi menjadi empat gigi taring besar dan runcing untuk menangkap mangsa, serta gigi geraham dengan ujung pemotong yang tajam untuk mencabik - cabik mangsanya.

b) Moncong

Trenggiling besar adalah hewan menyusui yang hidup di hutan rimba Amerika Tengah dan Selatan. Makanan trenggiling adalah semut, rayap, dan serangga lain yang merayap. Hewan ini mempunyai moncong panjang dengan ujung mulut kecil tak bergigi dengan lubang berbentuk celah kecil untuk mengisap semut dari sarangnya. Hewan ini mempunyai lidah panjang dan bergetah yang dapat dijulurkan keluar mulut untuk menangkap serangga.

c) Paruh

Elang memiliki paruh yang kuat dengan rahang atas yang melengkung dan ujungnya tajam. Fungsi paruh untuk mencengkeram korbannya.

d) Daun

Tumbuhan insektivora (tumbuhan pemakan serangga). Misalnya kantong semar, memiliki daun yang berbentuk piala dengan permukaan dalam yang licin sehingga dapat menggelincirkan serangga yang hinggap. Dengan enzim yang dimiliki tumbuhan insektivora, serangga tersebut akan dilumatkan, sehingga tumbuhan ini memperoleh unsur yang diperlukan.

e) Akar

Akar tumbuhan gurun kuat dan panjang, berfungsi untuk menyerap air yang terdapat jauh di dalam tanah. Sedangkan akar hawa pada tumbuhan bakau untuk bernapas.

2. *Adaptasi fisiologi*

Adaptasi fisiologi merupakan penyesuaian fungsi fisiologi tubuh untuk mempertahankan hidupnya. Contohnya adalah sebagai berikut.

a) *Kelenjar bau*

Musang dapat mensekresikan bau busuk dengan cara menyembrotkan cairan melalui sisi lubang dubur. Sekret tersebut berfungsi untuk menghindarkan diri dari musuhnya.

b) *Kantong tinta*

Cumi - cumi dan gurita memiliki kantong tinta yang berisi cairan hitam. Bila musuh datang, tinta disemprotkan ke dalam air sekitarnya sehingga musuh tidak dapat melihat kedudukan cumi - cumi dan gurita.

c) *Mimikri pada kadal*

Kulit kadal dapat berubah warna karena pigmen yang dikandungnya. Perubahan warna ini dipengaruhi oleh faktor dalam berupa hormon dan faktor luar berupa suhu serta keadaan sekitarnya.

3. *Adaptasi tingkah laku*

Adaptasi tingkah laku merupakan adaptasi yang didasarkan pada tingkah laku. Contohnya sebagai berikut.

a) *Pura - pura tidur atau mati*

Beberapa hewan berpura - pura tidur atau mati, misalnya tupai virginia. Hewan ini sering berbaring tidak berdaya dengan mata tertutup bila didekati seekor anjing.

b) *Migrasi*

Ikan salem raja di Amerika Utara melakukan migrasi untuk mencari tempat yang sesuai untuk bertelur. Ikan ini hidup di laut. Setiap tahun, ikan salem dewasa yang berumur empat sampai tujuh tahun berkumpul di teluk di sepanjang Pantai Barat Amerika Utara untuk menuju ke sungai. Saat di sungai, ikan salem jantan

mengeluarkan sperma di atas telur - telur ikan betinanya. Setelah itu ikan dewasa biasanya mati. Telur yang telah menetas untuk sementara tinggal di air tawar. Setelah menjadi lebih besar mereka bergerak ke bagian hilir dan akhirnya ke laut.

b. Populasi

Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu disebut populasi. Misalnya populasi yang ada di sawah antara lain sekelompok tanaman padi, sekelompok belalang, sekelompok siput, sekelompok semanggi, sekelompok tikus. Contoh lain yang dapat kita sebut misalnya populasi yang ada di kolam seperti kumpulan ikan mas, ikan lele, ikan mujaer, belut, cacing, ganggang hijau, teratai dan sebagainya. Coba Anda cari contoh lain tentang populasi.

Populasi berhubungan dengan individu, waktu dan tempat. Suatu populasi dapat bertambah karena terjadinya kelahiran (natalitas) atau adanya pendatang masuk (imigrasi) dan dapat berkurang karena terjadinya kematian (mortalitas) atau adanya perpindahan keluar (emigrasi). Penurunan jumlah populasi akan terjadi secara mencolok bila terjadi gangguan yang drastis terhadap lingkungannya, seperti karena wabah hama dan penyakit atau bencana alam. Dengan adanya yang lahir, datang meninggal, atau pergi maka populasi itu sifatnya dinamis.

Seperti telah dijelaskan di depan populasi mengalami pertambahan, karena kelahiran atau adanya pendatang yang menetap serta pengurangan karena kematian dan migrasi atau perpindahan keluar. Populasi juga memiliki sifat penyebaran umur, sifat adaptasi, sifat ketahanan yaitu peluang meninggalkan keturunannya dalam waktu yang panjang dan sifat kepadatan.

Tahukah Anda apakah yang dimaksud dengan kepadatan populasi? Kepadatan populasi adalah besarnya populasi dalam hubungannya dengan satuan ruang. Umumnya dinyatakan dalam jumlah individu, atau biomassa perencanaan satuan luas atau volume.

Agar bagi Anda lebih jelas, maka akan diberikan beberapa contoh tentang konsep kepadatan populasi, misalnya 40 mahasiswa S1 PGSD per kelas yang luasnya 56 meter persegi, 100 pohon mangga per hektar, 50 ekor ikan mas per meter persegi kolam, dan atau 200 kambing per hektar. Kadang - kadang bagi kita lebih penting untuk mengetahui apakah suatu populasi sedang berkurang atau bertambah (sedang mengalami perubahan atau tidak), misalnya jumlah ayam yang ada di pekarangan per

jam. Kepadatan populasi juga mempengaruhi komunitas atau ekosistem, di samping jenis organismenya.

c. Komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang berada di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Contoh komunitas, misalnya sawah disusun oleh bermacam - macam organisme, misalnya padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Komunitas sungai terdiri dari ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, dan dekomposer. Antara komunitas sungai dan sawah terjadi interaksi dalam bentuk peredaran nutrien dari air sungai ke sawah dan peredaran organisme hidup dari kedua komunitas tersebut.

Interaksi antarkomunitas cukup kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme, tapi juga aliran energi dan makanan. Interaksi antarkomunitas dapat kita amati, misalnya pada daur karbon. Daur karbon melibatkan ekosistem yang berbeda misalnya laut dan darat.

d. Ekosistem

Antara komunitas dan lingkungannya selalu terjadi interaksi. Interaksi ini menciptakan kesatuan ekologi yang disebut ekosistem. Komponen penyusun ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivor, karnivor, dan omnivor), dan dekomposer atau pengurai (mikroorganisme). Coba carilah oleh Anda, contoh - contoh ekosistem yang terdapat di alam ini. Konsep mengenai ekosistem akan dibahas secara khusus dibagian ekosistem.

e. Biosfer

Seluruh ekosistem di dunia disebut biosfer. Dalam biosfer, setiap makhluk hidup menempati lingkungan yang cocok untuk hidupnya. Lingkungan atau tempat yang cocok untuk kehidupannya disebut *habitat*. Dalam biologi kita sering membedakan istilah habitat untuk makhluk hidup mikro, seperti jamur dan bakteri, dengan istilah *substrat*.

Dua spesies makhluk hidup dapat menempati habitat yang sama, tetapi tetap memiliki *relung (nisia)* berbeda. Nisia adalah status fungsional suatu organisme dalam ekosistem. Dalam niche (nisia) nya organisme tersebut dapat berperan aktif,

sedangkan organisme lain yang sama habitatnya tidak dapat berperan aktif. Sebagai contoh marilah kita lihat gambaran antara habitat dan niche (nisia) sebagai berikut :

Tiap jenis makhluk hidup mempunyai tempat hidup yang tertentu, dengan keadaan - keadaan tertentu. Misalnya kecebong, hidup di air yang tergenang, tidak terlalu keruh dan terdapat tumbuh - tumbuhan air. Sehingga kalau kita ingin mencari kecebong kita harus mencarinya pada tempat seperti itu. Tempat hidup dengan keadaan - keadaan tertentu itulah yang disebut **habitat**. Kalau boleh kita katakan habitat adalah “alamat” dari suatu makhluk hidup.

Sedangkan niche pengertiannya lebih luas lagi, selain habitatnya menyangkut juga hal tingkah lakunya, kebiasaan makannya dan menduduki tingkat trofik yang mana dalam ekosistemnya. Jadi niche dari kecebong adalah : air yang agak jernih, tergenang, dengan tumbuhan air, dapat berenang, meskipun lebih senang tinggal di dasar genangan atau menempel pada benda - benda seperti batu atau yang lainnya, dan menempati tingkatan trofik sebagai konsumen primer. Kalau boleh kita katakan **niche** adalah status fungsional atau jabatan dari suatu makhluk hidup dalam ekosistem.

Dalam suatu ekosistem biasanya tiap jenis makhluk hidup mempunyai niche tersendiri. Dua jenis makhluk hidup mungkin mempunyai habitat yang sama, tapi niche yang berbeda. Misalnya siput air dan kecebong menempati habitat yang sama, ialah genangan air jernih dengan tumbuhan air. Sedangkan nichanya berbeda sebab meskipun dua - duanya sebagai konsumen primer, tetapi siput tidak berenang.

Bila dalam suatu ekosistem terdapat dua jenis makhluk hidup yang menempati niche yang sama, akan terjadilah persaingan - persaingan yang hebat, biasanya salah satu jenis akan kalah. Yang kalah akan hilang dari ekosistem. Jadi secara umum dapat dikatakan dua spesies tidak mungkin menempati niche yang sama dalam waktu yang lama dalam suatu ekosistem.

4. Faktor Abiotik

Faktor abiotik adalah faktor tak hidup yang meliputi faktor fisik dan kimia. Faktor fisik utama yang mempengaruhi ekosistem adalah suhu, sinar matahari, air, tanah, ketinggian, angin dan garis lintang. Faktor - faktor fisik tersebut akan dibahas lebih rinci pada bagian ekosistem. (Lihat ekosistem pada bagian B).

B. Ekosistem

Ekosistem adalah kesatuan dari komunitas atau satuan fungsional dari makhluk hidup dengan lingkungannya dimana terjadi antarhubungan. Dalam ekosistem itulah makhluk - makhluk hidup saling berinteraksi baik di antara makhluk - makhluk hidup itu satu sama lain maupun dengan lingkungannya. Pengaruh lingkungan terhadap makhluk - makhluk yang hidup di sana disebut sebagai aksi, sebaliknya makhluk - makhluk hidup mengadakan reaksi terhadap pengaruh tadi. Pengaruh makhluk hidup yang satu terhadap yang lainnya disebut sebagai koaksi.

Contoh dari ekosistem misalnya hutan, kolam, danau, padang rumput, akuarium yang baik dan sebagainya. Dalam mempelajari ekosistem ini kita harus melihatnya sebagai suatu kesatuan, suatu sistem yang meliputi faktor - faktor lingkungan dan makhluk - makhluk yang hidup di dalamnya. Jadi suatu ekosistem secara fungsional mempunyai dua komponen. Yang pertama adalah komponen abiotik, yaitu bagian - bagian yang tak hidup. Yang kedua adalah komponen biotik yaitu seluruh makhluk - makhluk hidup yang hidup di sana.

1. Komponen abiotik

Komponen abiotik yang umumnya merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi makhluk - makhluk hidup di antaranya :

a. Suhu

Suhu berpengaruh terhadap ekosistem karena suhu merupakan syarat yang diperlukan organisme untuk hidup. Ada jenis - jenis organisme yang hanya dapat hidup pada kisaran suhu tertentu.

b. Sinar matahari

Sinar matahari mempengaruhi ekosistem secara global karena matahari menentukan suhu. Sinar matahari juga merupakan unsur vital yang dibutuhkan oleh tumbuhan sebagai produsen untuk berfotosintesis.

c. Air

Air berpengaruh terhadap ekosistem karena air dibutuhkan untuk kelangsungan hidup organisme. Bagi tumbuhan, air diperlukan dalam pertumbuhan, perkecambahan, dan penyebaran biji; bagi hewan dan manusia, air diperlukan sebagai air minum dan sarana hidup lain.

Misalnya transportasi bagi manusia, dan tempat hidup bagi ikan. Bagi unsur abiotik lain, misalnya tanah dan batuan, air diperlukan sebagai pelarut dan pelapuk.

d. Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi organisme. Jenis tanah yang berbeda menyebabkan organisme yang hidup di dalamnya juga berbeda. Tanah juga menyediakan unsur - unsur penting bagi pertumbuhan organisme, terutama tumbuhan.

e. Ketinggian

Ketinggian tempat menentukan jenis organisme yang hidup di tempat tersebut, karena ketinggian yang berbeda akan menghasilkan kondisi fisik dan kimia yang berbeda.

f. Angin

Angin selain berperan dalam menentukan kelembapan juga berperan dalam penyebaran biji tumbuhan tertentu.

g. Garis lintang

Garis lintang yang berbeda menunjukkan kondisi lingkungan yang berbeda pula. Garis lintang secara tak langsung menyebabkan perbedaan distribusi organisme di permukaan bumi. Ada organisme yang mampu hidup pada garis lintang tertentu saja.

2. Komponen biotik

Menurut fungsinya maka komponen biotik yang merupakan semua makhluk hidup yang terdapat dalam suatu ekosistem dapat dibedakan dalam tiga kelompok utama :

- **Produsen**, kelompok inilah yang merupakan makhluk hidup yang dapat menghasilkan makanan dari zat - zat anorganik. Umumnya merupakan makhluk - makhluk hidup yang dapat melakukan proses fotosintesa. Termasuk kelompok ini terutama tumbuh - tumbuhan yang mempunyai hijau daun.
- **Konsumen**, merupakan kelompok makhluk hidup yang menggunakan atau makan zat - zat organik atau makanan yang dibuat oleh produsen. Termasuk ke dalam organik atau makanan yang dibuat oleh produsen. Termasuk ke dalam kelompok ini yaitu hewan - hewan dan manusia.
- **Pengurai**, adalah makhluk - makhluk hidup atau organisme yang menguraikan sisa - sisa makhluk hidup yang sudah mati.

Oleh pekerjaan pengurai ini zat - zat organik yang terdapat dalam sisa - sisa atau makhluk - makhluk hidup yang sudah mati itu, terurai kembali menjadi zat - zat anorganik. Dengan demikian zat - zat anorganik ini dapat dipergunakan kembali oleh produsen untuk membentuk zat - zat organik atau makanan. Termasuk kelompok berarti kelompok pengurai ini misalnya kebanyakan bakteri dan jamur - jamur.

C. Klasifikasi hewan menurut jenis makanannya

Dilihat dari jenis makanannya hewan dapat dikelompokkan ke dalam 3 golongan :

1. Hewan herbivora, adalah hewan pemakan tumbuhan. Contohnya : kambing, kelinci, sapi dan sebagainya.
2. Hewan predator, adalah hewan pemakan hewan lain. Hewan predator terbagi atas:
 - a. Karnivor yaitu binatang buas pemakan hewan berdaging. Contohnya : harimau, singa dan sebagainya.
 - b. Insectivor yaitu binatang pemakan serangga. Contohnya : cecak, katak dan sebagainya.
3. Hewan omnivor adalah binatang pemakan segala (tumbuhan dan daging). Contohnya ayam, tikus dan sebagainya.

LATIHAN 1

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan berikut ini!

1. Di dalam ekologi terdapat tingkatan - tingkatan organisasi kehidupan dari yang terendah sampai tertinggi yaitu individu – populasi – komunitas – ekosistem dan biosfer. Coba Anda jelaskan pengertian dari masing - masing tingkatan organisasi kehidupan tersebut.
2. Sebutkan 3 macam adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya.
3. Coba uraikan oleh Anda komponen - komponen ekosistem.
4. Pada kolom di bawah ini terdapat jenis - jenis makhluk hidup. Coba isilah oleh Anda dengan tanda V (cek) untuk membedakan individu, populasi dan komunitas.

No	Jenis Makhluk Hidup	Pengertian		
		Individu	Populasi	Komunitas
a.	Sebatang pohon jambu			
b.	Sekumpulan kelinci di kandang			
c.	Populasi padi, populasi belalang, populasi siput, populasi ikan kecil di sawah			
d.	Seekor kucing			
e.	Sekumpulan murid di kelas			
f.	Sekumpulan ikan mas di kolam			

5. Orang yang pertama kali menyampaikan definisi ekologi adalah
berkebangsaan

Rambu - rambu jawaban

Setelah Anda menjawab pertanyaan - pertanyaan tersebut, Anda dapat mencocokkan hasil jawaban Anda dengan pedoman di bawah ini.

1. a) Individu adalah makhluk hidup tunggal.
b) Populasi adalah sekelompok individu sejenis yang berada di suatu tempat.
c) Komunitas adalah berbagai populasi dari spesies yang berbeda yang hidup bersama di suatu tempat.
d) Ekosistem merupakan kumpulan semua organisme yang membentuk komunitas bersama lingkungan abiotiknya atau ekosistem adalah kesatuan dari komunitas dengan lingkungannya dimana terjadi interaksi.
e) Biosfer adalah kumpulan atau kesatuan ekosistem yang ada di bumi.
2. Ada 3 macam adaptasi
a) adaptasi morfologi merupakan bentuk tubuh untuk kelangsungan hidupnya.
b) Adaptasi fisiologi merupakan penyesuaian fungsi fisiologi tubuh untuk mempertahankan hidupnya.
c) Adaptasi tingkah laku merupakan adaptasi yang didasarkan pada tingkah laku.
3. Ada 4 komponen pada ekosistem
a) Produsen, sebagai produsen adalah tumbuhan hijau yang dapat membuat makanan sendiri (autotrof) dengan berfotosintesis.

- b) Konsumen yaitu organisme heterotrof, misalnya hewan dan manusia yang makan organisme lain.
 - c) Abiotik (benda - benda mati)
 - d) Pengurai atau dekomposer atau jasad renik yaitu organisme heterotrofik yang menguraikan organisme mati dan hasil penguraiannya dapat dimanfaatkan oleh produsen atau tumbuhan.
4. a) Individu d) Individu
b) Populasi e) Populasi
c) Komunitas f) Populasi
5. Definisi ekologi pertama kali disampaikan oleh Ernest Haeckel bangsa Jerman.

RANGKUMAN

Ekologi mempelajari makhluk hidup sebagai suatu sistem dengan lingkungannya. Ekologi membahas faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik termasuk individu, populasi, komunitas, dan ekosistem. Sedangkan faktor abiotik antara lain suhu, sinar matahari, air, tanah, angin, ketinggian, dan garis lintang.

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Hubungan timbal balik ini merupakan satu kesatuan yang akan membentuk ekosistem. Ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik terdiri dari hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Sedangkan komponen abiotik terdiri dari suhu, cahaya, kelembapan, tanah, udara, dan lain - lain. Dengan adanya interaksi dalam ekologi tersebut, maka akan terjadi saling ketergantungan antara komponen satu dengan yang lain. Di dalam ekologi terdapat tingkatan - tingkatan organisasi kehidupan dari yang terendah sampai tertinggi yaitu individu – populasi – komunitas – ekosistem – biosfer.

- Individu adalah makhluk hidup tunggal.
- Populasi adalah sekelompok individu sejenis yang berada di suatu tempat.
- Komunitas adalah berbagai populasi dari spesies yang berbeda yang hidup bersama.

Ekologi mempelajari makhluk hidup sebagai suatu sistem dengan lingkungannya. Ekologi membahas faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik termasuk individu, populasi, komunitas, dan ekosistem. Sedangkan faktor abiotik antara lain suhu, sinar matahari, air, tanah, angin, ketinggian, dan garis lintang.

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Hubungan timbal balik ini merupakan satu kesatuan yang akan membentuk ekosistem. Ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik terdiri dari hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Sedangkan komponen abiotik terdiri dari suhu, cahaya, kelembapan, tanah, udara, dan lain - lain. Dengan adanya interaksi dalam ekologi tersebut, maka akan terjadi saling ketergantungan antara komponen satu dengan yang lain. Di dalam ekologi terdapat tingkatan - tingkatan organisasi kehidupan dari yang terendah sampai tertinggi yaitu individu – populasi – komunitas – ekosistem – biosfer.

- Individu adalah makhluk hidup tunggal.
- Populasi adalah sekelompok individu sejenis yang berada di suatu tempat.
- Komunitas adalah berbagai populasi dari spesies yang berbeda yang hidup bersama.
- Biosfer adalah kesatuan ekosistem yang ada di bumi.

TES FORMATIF 1

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang dianggap paling tepat.

1. Hubungan timbal balik antara faktor biotik dan abiotik disebut
 - A. ekologi
 - B. ekosistem
 - C. adaptasi
 - D. vegetasi
 - E. bioma

2. Ilmu yang mempelajari hubungan timbal antara komunitas dengan lingkungannya disebut
 - A. ekonomi
 - B. sitologi
 - C. etologi
 - D. fisiologi
 - E. fisiologi

C. ekologi

3. Interaksi yang terjadi antara serangga, ayam, burung, dan rumput baik secara langsung maupun tidak langsung menunjukkan adanya interaksi
 - A. antarindividu
 - B. antarpopulasi
 - C. antarakomunitas
 - D. jenis biotik dan abiotik

4. Seekor belalang hijau menempel pada dahan sehingga belalang terhindar dari serangan seekor burung. Adaptasi pada belalang dalam meniru warna dan bentuk daun disebut adaptasi
 - A. fisiologi
 - B. morfologi
 - C. tingkah laku
 - D. mimikri
 - E. fungsi alat - alat

5. Hubungan yang terjadi antara lembu dan kambing yang hidup bersama pada lapangan rumput menunjukkan adanya simbiosis yang tergolong
 - A. mutualisme
 - B. komensalisme
 - C. predasi
 - D. kompetisi
 - E. antibiosa

6. Berikut adalah faktor yang menyebabkan terjadinya dinamika populasi, yaitu
 - A. kelahiran
 - B. kematian
 - C. migrasi
 - D. kelahiran, kematian, dan migrasi
 - E. kelahiran dan kematian

7. Sekelompok lembu yang hidup di suatu daerah, secara konsep ekologi disebut
 - A. komunitas
 - B. ekosistem
 - C. spesies
 - D. populasi
 - E. individu

8. Makhluk hidup dengan faktor abiotik membentuk kesatuan yang disebut
 - A. habitat
 - B. bioma
 - C. nisia
 - D. komunitas
 - E. ekosistem

9. Komponen yang membangun suatu ekosistem terdiri dari

- A. tumbuhan, tanah, hewan, dan air
 - B. udara, tanah, serta komponen abiotik lainnya
 - C. komponen biotik, produsen, air, dan tanah
 - D. tumbuhan, pengurai, dan komponen biotik
 - E. hewan, tumbuhan, dan komponen abiotik
10. Kumpulan dari berbagai ekosistem di dunia secara makro membentuk sistem yang disebut
- A. bioma
 - B. habitat
 - C. biosfer
 - D. nisia
 - E. biomassa

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

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

90 - 100%	=	baik sekali
80 - 89%	=	baik
70 - 79%	=	cukup
< 69%	=	kurang

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

SALING KETERGANTUNGAN ANTARA MAKHLUK HIDUP

PENGANTAR

Suatu organisme hidup akan selalu membutuhkan organisme lain dan lingkungan hidupnya. Anda masih ingat bahwa ekologi merupakan ilmu yang mempelajari lingkungan termasuk organisme di dalamnya dan hubungan antara organisme dengan organisme lain serta organisme dengan lingkungannya. Hubungan yang terjadi antara individu dengan lingkungannya sangat kompleks, bersifat saling mempengaruhi atau timbal balik. Hubungan timbal balik antara biotik dengan abiotik membentuk sistem ekologi yang disebut ekosistem.

Dalam suatu ekosistem selalu terjadi adanya saling ketergantungan antara organisme dengan organisme serta organisme dengan lingkungannya, hal itu menyebabkan adanya aliran energi di dalam ekologi. Di dalam suatu ekosistem terdapat struktur dan tingkat trofik dari organismenya yang menyebabkan terjadi rantai makanan, aliran energi dan siklus materi (biokimia).

A. Rantai Makanan

Rantai makanan adalah pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme yang makan dan yang dimakan. Marilah sekarang kita membahas urutan tingkat makan memakan atau tingkat trofik organisme yang terdapat pada suatu ekosistem. Kita tahu bahwa tumbuhan hijau atau tumbuhan berklorofil dapat membuat makanan sendiri dengan jalan fotosintesis, maka tumbuhan itu disebut sebagai produsen. Sedangkan semua hewan yang memakan produsen disebut konsumen pertama. Coba Anda sebutkan hewan yang makan produsen. (jawab :). Bagus, sekarang Anda telah paham apa yang dimaksud dengan konsumen pertama (konsumen tingkat I).

Misalnya : ulat yang makan tumbuhan disebut konsumen pertama. Burung makan ulat maka burung ini disebut konsumen kedua. Kemudian burung itu dimakan ular pohon, maka ular pohon itu disebut konsumen ketiga.

Selanjutnya jika ular pohon tadi dimakan burung elang maka burung elang itu disebut konsumen keempat dan seterusnya.

Coba Anda urutkan peristiwa makan memakan tersebut di atas, maka akan di peroleh urutan sebagai berikut :

Tumbuhan → ulat → burung → ular pohon → burung elang

Maka peristiwa urutan makan memakan antar organisme disebut rantai makanan.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih tentang rantai makanan ini, dapatlah diberikan contoh : Tikus makan jagung, tikus mejadi makanan ular sawah, ular sawah menjadi makanan burung elang. Jadi bagannya dapat dilihat di bawah ini :

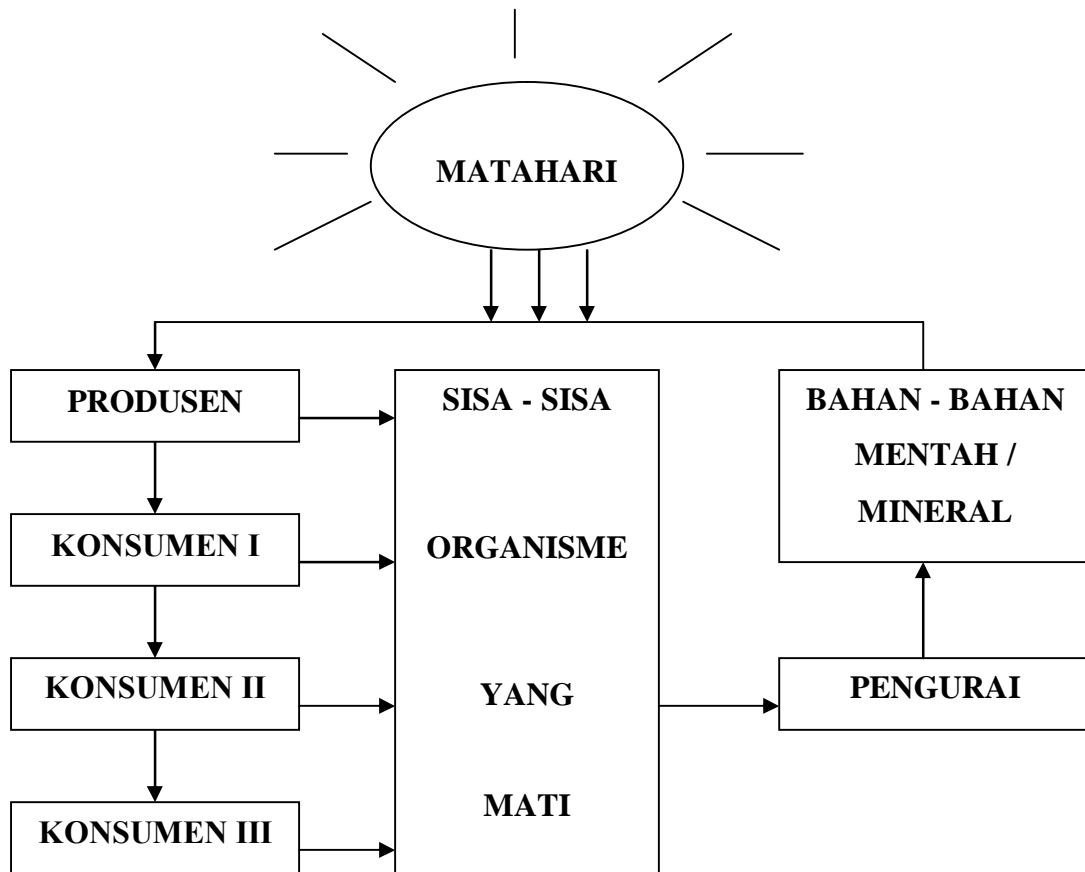


Gambar 10.2. Rantai makanan di daratan

Dalam contoh tersebut di atas tanaman jagung sebagai produsen, tikus merupakan konsumen tingkat pertama, ular sawah sebagai konsumen tingkat kedua, burung elang sebagai konsumen tingkat ketiga. Sebagai pengurai adalah bakteri, jamur dan lain - lain yang memakan sisa - sisa atau bangkai dari tumbuh - tumbuhan atau hewan - hewan tadi.

Kalau kita perhatikan akan jelas bahwa konsumen hampir selamanya merupakan tumbuhan berhijau daun, dengan bantuan sinar matahari membentuk makanan. Konsumen tingkat pertama adalah hewan - hewan pemakan tumbuhan (herbivor), sedangkan konsumen tingkat dua - tiga dan seterusnya merupakan hewan - hewan yang karnivor.

Kalau kita buat bagannya yang umum dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 10.3. Rantai makanan secara umum

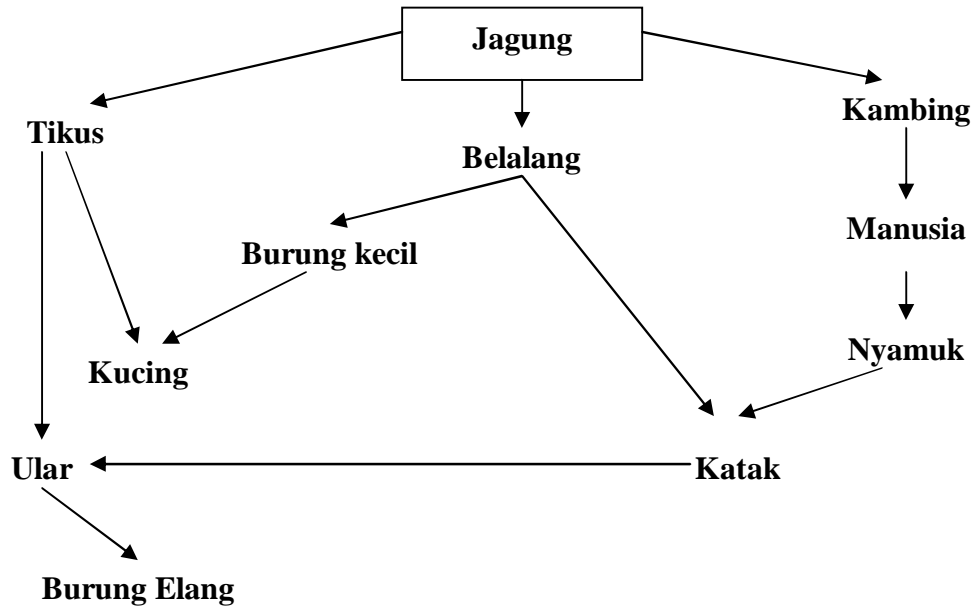
Sumber : Setia Adi D (1982 : 14)

B. Jaring - Jaring Makanan

Apabila Anda mencoba menyusun rantai - rantai makanan dari suatu habitat, setelah itu coba Anda perhatikan rantai makanan itu, tentu ada satu organisme yang disukai oleh lebih dari satu organisme atau ada satu organisme. Sebaliknya tentu ada satu organisme yang suka makan lebih dari satu macam organisme. Sehingga kalau Anda perhatikan rantai makanan yang telah Anda buat tadi menjadi saling silang (jaring - jaring). Bentuk rantai makanan yang demikian tadi disebut jaring - jaring makanan. Jadi beberapa kumpulan rantai makanan itu disebut jaring - jaring makanan. Contoh yang dapat Anda lihat dalam kehidupan sehari - hari adalah tumbuhan

rumput. Rumput itu dapat dimakan oleh belalang, ulat, kambing, ayam, kuda, sapi dan sebagainya. Begitu pula kelinci dapat dimakan oleh ular dan serigala.

Untuk jelasnya Anda dapat melihat contoh jaring - jaring makanan pada bagan di bawah ini.



Gambar 10.4. Jaring - jaring makanan

Tentu saja jagung tidak selalu dimakan tikus. Tikus tidak selalu dimakan ular sawah dan ular sawah tidak selalu dimakan burung elang dan seterusnya. Tapi mungkin jagung di makan belalang, kambing, atau manusia misalnya. Tikus dimakan kucing, belalang dimakan burung kecil, manusia digigit nyamuk dan seterusnya.

Panah - panah di atas menunjukkan proses saling makan, semua berpangkal pada satu, yaitu tumbuh - tumbuhan yang berhijau daun. Dengan melihat pada panah - panah itu yang jalin menjalin, dikatakanlah bagan di atas sebagai **jaring - jaring makanan**. Memang tiap - tiap ekosistem, di alam ini terdapatlah jaring - jaring makanan.

C. Rantai Makanan dan Tingkat Trofik

Salah satu cara suatu komunitas berinteraksi adalah dengan peristiwa makan dan dimakan, sehingga terjadi pemindahan energi, elemen kimia, dan komponen lain dari satu bentuk ke bentuk lain di sepanjang rantai makanan.

Organisme dalam kelompok ekologi yang terlibat dalam rantai makanan digolongkan dalam tingkat - tingkat trofik. Tinggi trofik tersusun seluruh organisme pada rantai makanan yang bernomor sama di tingkat memakan.

Sumber asal energi adalah matahari. Tumbuhan yang menghasilkan gula lewat proses fotosintesis hanya memakai energi matahari dan CO₂ dari udara. Oleh karena itu, tumbuhan tersebut digolongkan dalam tingkat trofik pertama. Hewan herbivor atau organisme yang memakan tumbuhan termasuk anggota tingkat trofik kedua. Karnivor yang secara langsung memakan herbivor termasuk tingkat trofik ketiga, sedangkan karnivor yang memakan karnivor di tingkat trofik tiga termasuk dalam anggota tingkat trofik keempat. Lihat Gambar 10.5. pada halaman 10.22.

Gambar 10.5. Tingkat - tingkat trofik dalam suatu rantai makanan

D. Piramida Ekologi

Struktur trofik pada ekosistem dapat disajikan dalam bentuk piramida ekologi. Ada 3 jenis piramida ekologi, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.

a. Piramida jumlah

Organisme dengan tingkat trofik masing - masing dapat disajikan dalam piramida jumlah, seperti kita lihat pada Gambar 10.6.

Organisme di tingkat trofik pertama biasanya paling melimpah, sedangkan organisme di tingkat trofik kedua, ketiga, dan selanjutnya makin berkurang. Dapat dikatakan bahwa pada kebanyakan komunitas normal, jumlah tumbuhan selalu lebih

banyak daripada organisme herbivor. Demikian pula jumlah herbivor selalu lebih banyak daripada jumlah karnivor tingkat I

Karnivor tingkat I juga selalu lebih banyak daripada karnivor tingkat II. Piramida jumlah ini didasarkan atas jumlah organisme di tiap tingkat trofik.

Gambar 10.6. Piramida jumlah umum

b. Piramida biomassa

Seringkali piramida jumlah yang sederhana kurang membantu dalam memperagakan aliran energi dalam ekologi. Penggambaran yang lebih realistik dapat dengan piramida biomassa. *Biomassa* adalah ukuran berat materi hidup di waktu tertentu. Untuk mengukur biomassa di tiap tingkat trofik maka rata - rata berat organisme di tiap tingkat harus diukur kemudian barulah jumlah organisme di tiap tingkat diperkirakan Lihat Gambar 10.7.

Piramida biomassa berfungsi menggambarkan perpaduan massa seluruh organisme di habitat tertentu, dan diukur dalam gram. Untuk menghindari kerusakan habitat maka biasanya hanya diambil sedikit sampel dan diukur, kemudian total seluruh biomassa dihitung. Dengan pengukuran seperti ini akan di dapat informasi yang lebih akurat tentang apa yang terjadi pada ekosistem.

Gambar 10.7. Piramida biomassa pada suatu perairan

c. Piramida energi

Seringkali piramida biomassa tidak selalu memberi informasi yang kita butuhkan tentang ekosistem tertentu. Lain dengan piramida energi yang dibuat berdasarkan observasi yang dilakukan dalam waktu yang lama. Piramida energi mampu memberikan gambaran paling akurat tentang aliran energi dalam ekosistem.

Pada piramida energi terjadi penurunan sejumlah energi berturut - turut yang tersedia di tingkat trofik. Berkurangnya energi yang terjadi di setiap trofik terjadi karena hal - hal berikut.

1. Hanya sejumlah makanan tertentu yang ditangkap dan dimakan oleh tingkat trofik selanjutnya.
2. Beberapa makanan yang dimakan tidak bisa dicernakan dan dikeluarkan sebagai sampah.
3. Hanya sebagian makanan yang dicerna menjadi bagian dari tubuh organisme, sedangkan sisanya digunakan sebagai sumber energi. Lihat Gambar 10.8. di halaman 10.24.

Gambar 10.8. Piramida energi

E. Aliran Energi

Energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Energi diperoleh organisme dari makanan yang dikonsumsinya dan dipergunakan untuk aktivitas hidupnya.

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama kehidupan kita telah mengenal energi yang masuk ke dalam jaring - jaring kehidupan melalui produsen. Pada umumnya produsen adalah organisme yang berfotosintesis. Organisme lainnya merupakan aneka ragam konsumen. Rumput sewaktu tumbuh menimbun energi dalam tubuhnya; rumput dimakan sapi; sapi kita makan. Jadi energi telah dipindahkan dari rumput ke sapi dan dari sapi ke manusia. Tetapi tidak seluruh energi yang semula ditangkap oleh rumput dipindahkan ke dalam tubuh kita, melainkan hanya sebagian saja. Rumput itu sendiri, karena tumbuh dan mempunyai kegiatan - kegiatan lain, menggunakan sebagian energi yang ditangkapnya dari matahari sebelum energi itu sampai ke sapi. Demikian pula sapi sendiri mengadakan kegiatan yang menggunakan energi, umpamanya untuk berjalan, mengusir lalat dengan ekornya dan lain - lain. Jadi jelaslah bahwa kita hanya mendapat sebagian kecil dari cahaya matahari yang telah ditangkap oleh rumput.

Dengan melihat bagaimana organisme memperoleh makanannya sebagai sumber energi, maka organisme dibedakan menjadi dua golongan. Yaitu organisme yang mampu mengolah atau membuat makanannya sendiri dan golongan yang tidak mampu mengolah makanannya sendiri.

Energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Energi dapat berada dalam berbagai bentuk, seperti energi mekanik, energi listrik, energi cahaya. Energi kimia, energi panas, energi kinetik, energi inti, tetapi bentuk energi yang erat hubungannya dengan kehidupan organisme adalah energi mekanik, energi kimia, energi radiasi dan energi panas.

Energi mekanik memiliki dua bentuk yaitu energi *kinetik* dan energi *potensial*. Energi kinetik dapat dijelaskan sebagai energi yang berguna bila tubuh yang memilikinya melakukan gerakan dan diukur oleh jumlah kerja yang dilakukan sampai tubuh istirahat. Energi potensial merupakan energi cadangan dan berguna bila diubah ke dalam bentuk energi kinetik untuk melakukan kerja. Perubahan bentuk energi potensial ke bentuk energi kinetik melibatkan kerja atau gerakan.

Semua organisme untuk dapat hidup harus melakukan kerja, oleh karena itu memerlukan sumber energi potensial yang dapat digunakan. Sumber energi untuk organisme ialah energi kimia yang terdapat di dalam makanannya.

Atom - atom yang terdapat dalam makanannya dapat disusun kembali ke dalam gugusan yang berbeda dengan pergerakan atom - atom itu, maka energi kimia dalam bahan makanan dilepaskan. Oksidasi bahan makanan di dalam proses pernafasan (respirasi) dapat menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk melakukan kerja. Perubahan bentuk energi di atas adalah perubahan dari bentuk energi kimia ke bentuk energi mekanik.

Sekarang masalahnya dari mana organisme di alam memperoleh energi, tidak lain tentu dari makanannya. Di alam ada yang kita kenal dengan istilah *tingkat trofik*, yaitu urutan tingkat makan - memakan. Dalam tingkat trofik ini ada urutan organisme apa memakan organisme mana dan dimakan oleh organisme lain mana.

Organisme dilihat dari segi memperoleh makanannya sebagai sumber energi, maka organisme dibagi menjadi dua golongan, yaitu yang pertama organisme yang mampu mengolah atau membuat makanannya sendiri dari bahan organik dengan bantuan energi dari lingkungannya.

Organisme seperti golongan ini disebut organisme *ototrof*. Dilihat dari sumber energi yang digunakan organisme ototrof dibagi menjadi dua, yaitu ototrof yang *berfotosintesis* jika sumber energinya cahaya matahari dan ototrof *berkemosintesis* jika sumber energinya diperoleh dengan mensintesis bahan organik yang berasal dari reaksi kimia. Yang kedua adalah organisme yang menggunakan organisme ototrof sebagai sumber makanan penting. Organisme golongan kedua ini disebut organisme *heterotrof*.

Sampai sekarang kita telah menunjukkan bahwa energi diteruskan dari satu organisme lain. Dan ke mana akhirnya energi pergi? Gambar 10.9. (halaman 10.27) menunjukkan bahwa energi secara tetap, sedikit demi sedikit hilang dari sistem kehidupan. Akhirnya semua energi yang ditangkap oleh produsen akan kembali ke alam tak hidup. Tetapi energi ini tidak lagi dalam bentuk cahaya seperti waktu diterimanya. Suatu pengecualian adalah cahaya pada kunang - kunang. Pada umumnya energi meninggalkan sistem kehidupan dalam bentuk panas. Karena panas ini tidak dapat digunakan dalam fotosintesis, maka energi mengalir ke luar melalui jaring - jaring kehidupan dalam satu jurusan.

Gambar 10.9.

Setiap organisma hidup melakukan kegiatan - kegiatan yang mengakibatkan pelepasan energi. Oleh karena itu setiap tingkat konsumen bagian yang lebih kecil dari energi semula yang dtangkap oleh produsen. Ini membentuk *Piramida energi*.

F. Siklus Materi

Energi yang menjadi penggerak sistem kehidupan dari hampir semua makhluk hidup berasal dari matahari, sedangkan materi untuk membangun tubuh organisma berasal dari bumi. Oleh karena itu setiap organisma terdiri dari materi yang juga menjadi bagian dari bumi. Marilah kita perhatikan materi ini.

Kita semua tentu sudah mengetahui sedikit banyak tentang unsur - unsur dan senyawa - senyawa kimia. Biasanya beberapa unsur terdapat (terpaut) bersama dalam suatu senyawa kimia. Para ahli kimia telah membuat suatu daftar dimana unsur - unsur itu sudah disusun sedemikian sehingga memudahkan bagi mereka yang akan mempelajarinya. Unsur - unsur ini merupakan materi dasar baik dari jasad hidup (manusia, tikus, rumput dan sebagainya) maupun dari benda mati.

Sebagian besar dari unsur - unsur kimia yang telah kita ketahui, mempunyai peranan kecil dalam penyusunan jasad hidup. Selanjutnya perbandingan unsur - unsur dalam jasad hidup berbeda dengan perbandingan unsur - unsur dalam benda mati. Dengan kata lain, untuk pembangunan tubuhnya organisma hanya mengambil materi tertentu dari benda mati. Daftar 10.1. (halaman 4) adalah suatu daftar dari sebagian unsur - unsur yang sudah diketahui mempunyai peranan dalam kegiatan jasad hidup.

Kita telah mengikuti jalan arus energi dalam jaring - jaring kehidupan. Sekarang kita akan mengikuti jalan arus materi dengan mengambil beberapa unsur kimia dasar yang terdapat dalam jasad hidup sebagai contoh. Unsur - unsur ini mengadakan mengadakan suatu peredaran atau sirkulasi, suatu hal yang tidak terjadi (terdapat) pada arus energi. Unsur - unsur ini bergerak dari benda mati ke dalam jasad hidup, kembali ke benda mati, masuk lagi ke dalam jasad hidup dan demikianlah seterusnya. Sirkulasi demikian disebut *siklus* (Yunani: *kyklos* = lingkaran). Dengan mempelajari beberapa contoh kita dapat memperoleh suatu pandangan mengenai siklus tersebut.

Siklus - siklus tersebut antara lain: siklus air, siklus nitrogen, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus sulfur.

1. Siklus Nitrogen (N₂)

Gas nitrogen banyak terdapat di atmosfer, yaitu 80% dari udara. Nitrogen bebas dapat ditambat atau difiksasi terutama oleh tmbh yang berbintil akar (misalnya jenis polong - polongan) dan beberapa jenis ganggang. Nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hidrogen atau oksigen dengan bantuan kilat atau petir.

Tumbuhan memperoleh nitrogen dari dalam tanah berupa ammonia (NH₃), ion nitrit (NO₂⁻), dan ion nitrat (NO₃⁻). Beberapa bakteri yang dapat menambat nitrogen terdapat pada akar polong - polongan dan akar tumbuhan lain, misalnya *Marsiella crenata*. Selain itu, terdapat bakteri dalam tanah yang dapat mengikat nitrogen secara langsung, yakni *Azotobacter* sp. Yang bersifat aerob dan *Clostridium* sp. yang bersifat anaerob. *Nostoc* sp. dan *Anabaena* sp. (ganggang biru) juga mampu menambat nitrogen.

Nitrogen yang diikat biasanya dalam bentuk amonia. Amonia diperoleh dari hasil penguaraian jaringan yang mati oleh bakteri. Amonia ini akan dinitrifikasi oleh bakteri nitrit, yaitu *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* sehingga menghasilkan nitrat yang akan diserap oleh akar tumbuhan. Selanjutnya oleh bakteri denittrifikan, nitrat diubah menjadi amonia kembali, dan amonia diubah menjadi nitrogen yang dilepaskan ke udara. Dengan cara ini siklus nitrogen akan berulang dalam ekosistem. Lihat Gambar 10.10.

Gambar 10.10. Siklus nitrogen di alam

2. Siklus Karbon dan Oksigen

Di atmosfer terdapat kandungan CO₂ sebanyak 0,03%. Sumber - sumber CO₂ di udara berasal dari respirasi manusia dan hewan, erupsi vulkanik, pembakaran batu - bara, dan asap pabrik. Karbon dioksida di udara dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis dan menghasilkan oksigen yang nantinya akan digunakan oleh manusia dan hewan untuk berespirasi.

Hewan dan tumbuhan yang mati, dalam waktu yang lama akan membentuk batubara di dalam tanah. Batubara akan dimanfaatkan lagi sebagai bahan bakar yang juga menambah kadar CO₂ di udara. Di ekosistem air, pertukaran CO₂ dengan atmosfer berjalan secara tidak langsung. Karbon dioksida berikatan dengan air membentuk asam karbonat yang akan terurai menjadi ion bikarbonat. Bikarbonat adalah sumber karbon bagi alga yang memproduksi makanan untuk diri mereka sendiri dan organisme heterotrof lain. Sebaliknya, saat organisme air berespirasi, CO₂ yang mereka keluarkan menjadi bikarbonat. Jumlah bikarbonat dalam air adalah seimbang dengan jumlah CO₂ di air. Lihat Gambar 10.11. di halaman 10.29.

Gambar 10.11. Siklus Karbon

3. Siklus Air (H₂O)

Siklus air. Kehidupan seperti yang kita ketahui sekarang ini tidak akan ada tanpa air (H₂O). Biasanya air jatuh ke bumi meninggalkan atmosfer sebagai hujan atau salju. Jatuhnya dapat langsung ke laut atau di atas daratan. Di darat air mengalir melalui parit - parit, danau - danau, saluran - saluran di bawah tanah terus ke sungai - sungai dan akhirnya kembali ke laut. Selama perjalanan ini sebagian air menguap dan kembali ke atmosfer. Organisme darat memperoleh air dari berbagai tempat dalam siklus ini. Umumnya hewan darat memperoleh air dengan jalan minum, dan tumbuhan darat dengan jalan mengisap dari tanah. Semua organisme mengandung sejumlah air untuk menjalankan sebagian besar proses kehidupannya. Sebagian dari air yang terikat secara kimia di dalam zat hidup dari tubuhnya. Air yang terikat secara kimia di dalam zat hidup dari tubuhnya. Air yang terikat ini akan bebas kembali pada waktu materi ini terurai. Jadi air memegang peran penting dalam struktur dan kegiatan jasad hidup.

Tumbuhan dan hewan yang hidup di darat melepaskan air ke atmosfer. Pada tumbuhan ini sebagian besar air keluar melalui daun, sedangkan pada hewan melalui pernafasan atau penguapan dari kulit, yaitu berkeringat. Lebih banyak lagi air keluar waktu hewan mengeluarkan kotorannya. Akhirnya, semua air yang telah diambil organisme akan kemabli ke atmosfer.

Pada gambar 10.12. tampak luasnya siklus lintasan air yaitu dari atmosfer ke darat dan ke laut.

Gambar 10.12. Siklus Air

LATIHAN

Untuk memperoleh pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan berikut ini :

1. Jelaskan tingkat trofik dari piramida jumlah dari suatu kolam.
2. Jelaskan hubungan tingkat trofik dengan piramida energi.
3. Urutkan dengan benar, rantai makanan di bawah ini dan tuliskan kedudukan untuk tiap trofiknya.
Belalang → padi → ayam → nyamuk → elang → manusia → katak → ular
4. Apa yang dimaksud jaring - jaring makanan dan beri 1 contoh jaring - jaring makanan.
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan aliran energi.

Setelah Anda menjawab pertanyaan - pertanyaan tersebut, Anda dapat mencocokkan hasil jawaban Anda dengan pedoman di bawah ini.

1. Tingkat trofik pada piramida jumlah dari suatu kolam yaitu dapat dimulai dari tumbuhan air sebagai produsen, hewan - hewan air pemakan tumbuhan (herbivora) sebagai konsumen pertama, selanjutnya ikan atau kepiting pemakan herbivora yang disebut karnivora sebagai konsumen kedua dan terakhir ikan besar

pemakan ikan - ikan kecil yang disebut karnivora puncak sebagai konsumen ketiga.

2. Tingkat trofik adalah hubungan antara produsen dan konsumen untuk memperoleh energi. Hubungan ini dapat digambarkan dalam bentuk piramida energi. Produsen sebagai dasar piramida mendapat energi lebih besar, kemudian di atas produsen adalah herbivora mendapat energi makin berkurang, selanjutnya di atasnya herbivora adalah karnivora yang memperoleh energi makin kecil lagi.

3. a) Rantai makanan yang benar

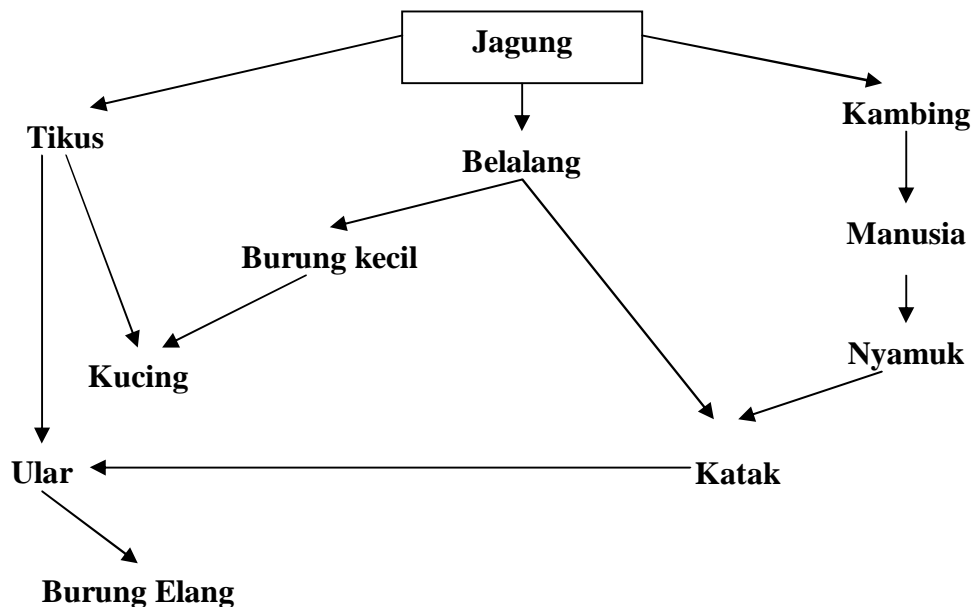
Padi → belalang → ayam → manusia → nyamuk → katak → ular → elang

b) Kedudukan tiap trofiknya :

- Padi atau tumbuhan sebagai produsen.
- Belalang pemakan tumbuhan (herbivora) sebagai konsumen pertama.
- Ayam pemakan herbivora (omnivora) sebagai konsumen kedua.
- Manusia sebagai konsumen ketiga (omnivora) sebagai konsumen ketiga.
- Nyamuk sebagai konsumen keempat.
- Katak sebagai konsumen kelima.
- Ular sebagai konsumen keenam.
- Elang sebagai konsumen ketujuh.

4. Jaring - jaring makanan adalah beberapa atau kumpulan rantai makanan yang saling berhubungan.

Contoh :



5. Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke pengurai atau saproba atau dekomposer di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem.

RANGKUMAN

Suatu organisme hidup selalu berinteraksi dengan organisme lain dan lingkungan hidupnya. Hubungan yang terjadi bersifat saling mempengaruhi dan timbal balik, disebut ekosistem. Di dalam ekosistem terjadi interaksi antarkomponen ekosistem. Pola - pola interaksi melibatkan faktor – faktor biotik, abiotik, rantai makanan, aliran energi, dan siklus biogeokimia yang berlangsung pada tingkat individu, populasi, dan komunitas.

Rantai makanan adalah perpindahan materi dan energi dari satu makhluk hidup ke makhluk hidup lain dalam peristiwa atau proses makan dan dimakan dengan satu arah.

Urutan makan memakan dalam rantai makanan disebut tingkat trofik atau disebut pula struktur trofik. Dari struktur trofik terbentuklah gambaran secara grafik yang disebut piramida ekologi. Tingkat pertama yaitu yang berada paling bawah dari piramida merupakan produsen. Tingkat di atas produsen adalah herbivora sebagai konsumen pertama, disambung karnivora yang disebut konsumen kedua, selanjutnya konsumen ketiga dan seterusnya yang berada di puncak piramida disebut karnivora puncak. Beberapa rantai makanan atau membentuk jaring - jaring makanan. Kita kenal 3 bentuk piramida ekologi, yaitu piramida jumlah bila satuannya ekor atau batang, piramida biomassa bila satuannya gram atau kilogram per meter persegi, dan yang terakhir piramida energi, bila satuannya kalori atau kilokalori per meter persegi. Piramida jumlah kurang informatif, piramida biomassa lebih baik dari piramida jumlah, dan yang terbaik adalah piramida energi, karena tergambar jelas penurunan energi yang

tersedia untuk setiap tingkat trofik. Produsen memiliki jumlah energi sebagai persediaan terbesar, makin ke arah puncak piramida jumlah persediaan energi makin kecil.

Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi lain, dimulai dari sinar matahari, produsen, konsumen primer sampai konsumen tingkat tinggi hingga ke detritivor, berlangsung dalam ekosistem.

Siklus biogeokimia adalah siklus unsur atau senyawa kimia yang mengalir dari komponen abiotik ke biotik dan kembali lagi ke abiotik. Siklus biogeokimia antara lain siklus air, karbon, oksigen, dan nitrogen.

TES FORMATIF 2

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang dianggap paling tepat.

1. Di bawah ini yang merupakan pernyataan tentang piramida ekologi, adalah
 - A. piramida jumlah, piramida biomassa, piramida energi
 - B. piramida biomassa, piramida energi, piramida struktur
 - C. piramida energi, piramida struktur, piramida jumlah
 - D. piramida struktur, piramida jumlah, piramida biomassa
 - E. piramida jumlah, piramida energi, piramida biomassa
2. Setiap ekosistem selalu Anda temukan rantai makanan, jumlah organisme, ukuran populasi dan metabolisme dari semua organismenya, maka hasil interaksi antara faktor tadi disebut
 - A. rantai makanan
 - B. jaring - jaring makanan
 - C. tingkat trofik
 - D. struktur trofik
 - E. piramida makanan
3. Satuan jumlah individu dalam ukuran yang berbeda atau jumlah biomassa pada berbagai tingkat trofik disebut dengan
 - A. piramida ekologi

- B. piramida jumlah
 - C. piramida biomassa
 - D. piramida energi
 - E. piramida materi
4. Organisme berikut yang bersifat sebagai konsumen pertama adalah
- A. katak
 - B. nyamuk
 - C. kupu - kupu
 - D. harimau
 - E. burung elang
5. Bila Anda akan mengajarkan peristiwa makan - memakan kepada murid - murid, piramida yang mudah dipahami oleh siswa adalah piramida
- A. energi
 - B. jumlah
 - C. ekologi
 - D. biomassa
 - E. ekosistem
6. Di halaman rumah Anda ada pohon mangga yang berbuah lebat dan sudah menjelang masak. Kemudian salah satu buah yang masak itu dimakan kelelawar, esok harinya Anda menemukan sisa rangka badan kelelawar di bawah pohon mangga karena dimakan ular. Peristiwa makan memakan tersebut disebut
- A. piramida makanan
 - B. tingkat trofik
 - C. piramida energi
 - D. jaring - jaring makanan
 - E. rantai makanan
7. Dalam akuarium terdapat komponen - komponen berupa 1. ganggang, 2. ikan, 3. bakteri, 4. air, 5. pasir
- Urutan peristiwa makan dan dimakan dalam rantai makanan berlangsung pada komponen
- A. 4, 1, 3, 2
 - E. 3, 4, 5

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

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

Tes Formatif 1

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

Tes Formatif 2

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

GLOSARIUM

- adaptasi : Penyesuaian diri terhadap lingkungan.
- Aliran energi : Urutan yang menunjukkan adanya pengalihan energi dalam bentuk satu ke bentuk lain.
- Amonifikasi : Proses pembentukan amonia dari nitrogen.
- Bioma : Daerah habitat darat yang memiliki vegetasi khas.
- Biosfer : Kumpulan berbagai ekosistem di dunia.
- Denitrifikasi : Proses perombakan nitrat menjadi amonia kembali.
- Densitas : Kepadatan populasi.
- Dinamika Populasi : Perubahan ukuran populasi dari waktu ke waktu.
- Ekosistem : Hubungan timbal balik antara komponen biotik dengan abiotik.
- Emigrasi : Peristiwa ditinggalkannya suatu daerah oleh organisme.
- Eutrofikasi : Melimpahnya mineral pada suatu perairan yang mengakibatkan pertumbuhan organisme secara cepat sehingga perairan menjadi kekurangan oksigen.
- Homeostatis : Keadaan ekosistem yang seimbang.
- Imigrasi : Peristiwa didatanginya suatu daerah oleh organisme.
- Insektivora : Organisme pemakan serangga.
- Kompetisi : Persaingan antarpopulasi yang terjadi karena adanya persaingan kepentingan antarpopulasi tersebut.
- Komunitas : Kumpulan populasi yang mendiami wilayah tertentu dan terjadi interaksi.
- Mortalitas : Laju kematian.
- Natalitas : Laju kelahiran
- Nisia (Niche) : Relung atau status fungsional suatu organisme dalam ekosistem.
- Nitrifikasi : Proses pembentukan nitrat dari amonia secara aerob.
- Rantai makanan : Garis yang menunjukkan peristiwa makan dan dimakan.
- Suksesi : Rangkaian perkembangan komunitas yang berbeda dalam waktu yang lama dan pada daerah yang sama menuju kondisi dinamik atau komunitas klimaks.

DAFTAR PUSTAKA

- Cartono, 2005. Biologi Umum Untuk Perguruan Tinggi LPTK Bandung : Penerbit Prisma Press.
- Darmojo, H, 1991/1992. Pendidikan IPA I. Depdikbud. Dirjen Pendidikan Tinggi. Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan.
- Depdikbud, 1976. Biologi. SMA. Jilid - 1. Jakarta : PN Balai Pustaka.
- Depdikbud, 1982. IPA. Jilid 5. PGSLP. Penataran Tertulis tipe B. Bandung : Pusat Pengembangan Penataran Guru Tertulis.
- Dirdjosoemarto, S, dkk, 1990. Pendidikan IPA 1. Buku 1. Modul 1 - 5 Jakarta : Depdikbud.
- Dwidjoseputro, D, 1982. Dasar - Dasar Mikrobiologi. Malang : Djambatan.
- Karmana, O, 1986. Penuntun Pelajaran Biologi. Untuk SMA Kelas II A₂. semester 3 & 4. Bandung : Ganeca Exact.
- Kimball, Jw. Biologi. Jilid 3. Edisi kelima. Alih bahasa Soetarmi, S dan Sugiri, N. Jakarta : Erlangga.
- Rahmat, A, dkk, 2000. Konsep Dasar IPA II. Modul 1 - 9. Jakarta : Univesitas Terbuka
- Rochyadi, Y, 1986. Biologi SMA. Orang Ilmu - Ilmu Biologi. Kelas III A₂. Semester 5 - 6. Bandung : PT. Armico
- Soemarwoto, I, dkk, 1980. Biologi Umum I. High School. Green Version. Jakarta : PT. Gramedia.
- Soeriaatmadja, R. E, 1997. Ilmu Lingkungan. Bandung : ITB
- Pratiwi, D.A, dkk, 2000. Biologi. Untuk SMU Kelas I. Jilid I. Jakarta : Erlangga.
- Yekti, S, dkk, 2000. Biologi. LKS dan Evaluasi. Untuk SMU Kelas I. Vol 33 - 34. Surakarta : PT. Pabelan.

