



**MODUL BIOLOGI DASAR (PSD 113)**

**MODUL 5  
TUMBUHAN HIJAU & EKOSISTEM**

**DISUSUN OLEH  
HARLINDA SYOFYAN, S.Si., M.Pd**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2018**

## TUMBUHAN HIJAU & EKOSISTEM

### A. Pendahuluan

Tumbuhan hijau merupakan sumber makanan bagi manusia dan hewan. Coba bayangkan apa yang akan terjadi apabila tidak ada tumbuhan hijau? Manusia dan hewan sangat bergantung pada tumbuhan hijau. Apabila tidak ada tumbuhan hijau maka tidak tersedia sumber bahan makanan yang digunakan oleh manusia dan hewan untuk tumbuh dan berkembang biak. Selain itu, tidak adanya tumbuhan hijau mengakibatkan tidak ada oksigen yang digunakan oleh manusia dan hewan untuk bernapas.

Oleh karena itu, agar sumber makanan bagi manusia dan hewan tetap terjaga maka kita perlu menjaga dan memelihara tumbuhan hijau yang ada di lingkungan sekitar kita baik di rumah, di jalan, di kebun, ataupun di sekolah. Salah satu bentuk menjaga dan memelihara tumbuhan hijau adalah tidak merusaknya.

Apabila di dunia tidak terdapat tumbuhan hijau maka sumber makanan dan oksigen yang dibutuhkan oleh manusia dan hewan tidak tersedia di alam. Hal ini akan menyebabkan manusia dan hewan akan mati. Oleh karena itu, manusia dan hewan sangat bergantung pada tumbuhan hijau yang merupakan sumber makanan.

### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu mendeskripsikan peran komponen tumbuhan dalam ekosistem, aliran energi, mendeskripsikan daur biogeokimia; mampu mendeskripsikan pemanfaatan komponen ekosistem.

### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Menguraikan tumbuhan hijau membuat makanan
2. Menjelaskan peranan Tumbuhan hijau
3. Menjelaskan komponen Ekosistem
4. Mendeskripsikan aliran energi dalam Ekosistem
5. Menjelaskan penelusuran Rantai Makanan
6. Menjelaskan peristiwa/ Daur Biogeokimia

### D. Kegiatan Belajar 1

## TUMBUHAN HIJAU & EKOSISTEM

### I. URAIAN DAN CONTOH

#### A. TUMBUHAN HIJAU

##### 1. Pembuatan Makanan Pada Tumbuhan Hijau

Tumbuhan mempunyai kemampuan untuk membuat makanannya sendiri. Kemampuan ini disebut dengan **fotosintesis**. Fotosintesis, merupakan proses penyusunan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, atau penyusunan (*sintesa*) senyawa organik dari senyawa anorganik dengan bantuan energi cahaya (*foto*). Dapat juga diartikan sebagai proses asimilasi yang menggunakan cahaya (matahari) sebagai sumber energi.

Secara fisiologis, umumnya tanaman memiliki kemampuan untuk menggunakan zat-karbon dari udara untuk diubah menjadi bahan organik serta diasimilasikan di dalam tubuh tanaman tersebut. Peristiwa ini hanya dapat berlangsung ketika ada cukup cahaya, dan oleh karena itu maka asimilasi zat-karbon disebut juga sebagai fotosintesis.

Lengkapnya kita katakan, bahwa fotosintesis atau asimilasi zat-karbon itu suatu proses, dimana zat anorganik H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> oleh klorofil diubah menjadi zat organik karbohidrat dengan pertolongan sinar/cahaya/foto.

Proses fotosintesis membutuhkan (sinar matahari, klorofil (zat hijau daun), karbon dioksida, dan air) :

**a) Air** diperoleh tumbuhan dari dalam tanah yang diserap oleh tumbuhan melalui akar. Setelah itu, air disalurkan ke daun melalui pembuluh angkut (xilem).

H<sub>2</sub>O (air), sangat diperlukan dalam sintesis makanan bagi tumbuhan, diambil dari dalam tanah. Air dalam tanah umumnya sangat mudah diambil yaitu air kapiler. Air tersebut merupakan air yang terdapat diantara butir-butir tanah.

Proses pengambilannya dilakukan oleh bulu akar, yang merupakan tonjolan sel epidermis. Dalam proses fotosintesis, molekul air diperlukan sebagai penyumbang atom Hidrogen (H), sedangkan Oksigen (O<sub>2</sub>) akan dikeluarkan sebagai hasil sampinga

**b) Gas karbon dioksida** diperoleh dari udara yang masuk ke mulut daun (stomata).

CO<sub>2</sub> (*karbondioksida*), merupakan gas yang terdapat dalam campuran udara, yang kadarnya ± 0,03 % persatuan volume. Gas karbondioksida secara teratur akan diambil oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis dan dikembalikan ke lingkungan melalui proses respirasi.

Kadar karbondioksida yang ada dalam udara akan meningkat jika jumlah makhluk hidup yang bernapas menjadi berlipat ganda. Gas karbondioksida tersebut akan masuk ke dalam tumbuhan melalui stomata (mulut daun), yang terlarut dalam uap air yang ada pada permukaan sel-sel jaringan pagar (sel palisade) dan sel bunga karang.

Karbondioksida diangkut ke kloroplas sebagai asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Karena gas karbondioksida sangat mudah larut dalam air, maka tumbuhan yang hidup di air berada dalam lingkungan yang banyak mengandung karbondioksida. Hydrilla sebagai tumbuhan air, tidak mempunyai mulut daun, gas karbondioksidanya masuk kedalam tubuh melalui seluruh permukaan tubuhnya. CO<sub>2</sub> akan menyumbangkan atom C ketika pembentukan karbohidrat (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Ketika kadar karbondioksida di udara meningkat maka proses fotosintesis akan meningkat, demikian pula sebaliknya.

**c) Cahaya/sinar matahari** diserap oleh zat hijau daun (klorofil). Klorofil berfungsi menyerap cahaya matahari untuk memasak makanan.

*Cahaya*, peranan cahaya dalam proses sintesis ini yaitu sebagai sumber energi, cahaya matahari dalam keseharian kelihatan berwarna putih, padahal sesungguhnya tersusun atas tujuh macam spektrum cahaya, ketujuh macam spectrum cahaya tersebut mempunyai panjang gelombang

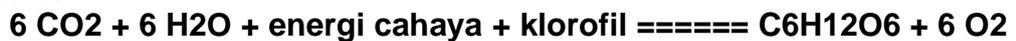
yang tidak sama. Bila diurutkan cahaya matahari tersebut terdiri atas sinar merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu.

**d) Klorofil** terdapat pada kloroplas di dalam sel-sel daun. Tumbuhan membuat makanannya di dalam kloroplas.

*Klorofil*, merupakan zat warna hijau daun yang dihasilkan oleh kloroplas, yang banyak ditemukan di dalam daun, terdiri atas grana dan stomata. Keberadaannya sangat menentukan proses fotosintesis, sekalipun terdapat gas karbondioksida, air, dan energi sinar matahari, proses fotosintesis tidak dapat berlangsung.

Pada tanaman tinggi terdapat dua macam klorofil, yaitu klorofil a berwarna hijau tua dan klorofil b berwarna hijau muda. Klorofil a merupakan klorofil yang paling berperan dalam proses fotosintesa. Sedangkan yang lain hanya sebagai pigmen penunjang yang berperan membantu menangkap energi cahaya matahari

Peristiwa fotosintesis dinyatakan dengan persamaan reaksi kimia sebagai berikut:



Peristiwa ini hanya berlangsung pada tumbuhan yang berklorofil, karena mampu menangkap energi cahaya. Fotosintesis selain menghasilkan karbohidrat juga menghasilkan gas oksigen yang merupakan bahan vital untuk melaksanakan respirasi aerob. CO<sub>2</sub> yang digunakan untuk fotosintesis sama jumlahnya dengan oksigen yang dihasilkan selama proses fotosintesis.

Molekul glukosa yang terbentuk kemudian bergabung dan membentuk tepung (amilum) dengan rumus kimia (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>. Persamaan reaksi kimia fotosintesis belum dapat menunjukkan adanya produk antara dan tahapan fotosintesis. Misalnya dari mana asal oksigen belum dapat diketahui dari reaksi tersebut

Energi dari sinar matahari digunakan untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen. Proses fotosintesis hanya berlangsung pada siang hari karena proses ini memerlukan cahaya matahari.

Hasil fotosintesis adalah :

**a) Oksigen** merupakan hasil fotosintesis yang dikeluarkan oleh tumbuhan melalui mulut daun (stomata) dan digunakan oleh manusia dan hewan pada proses pernapasan. Oleh karena itu, apabila pada siang hari duduk di bawah pohon yang daunnya hijau dan rindang, akan merasakan sejuk karena banyak menghirup oksigen hasil fotosintesis.

**b) Glukosa** (karbohidrat) yang merupakan zat makanan yang akan diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh tapis. Pada tumbuhan, glukosa ini digunakan untuk tumbuh, berkembang biak, dan sebagian disimpan sebagai timbunan makanan. Cadangan atau timbunan makanan ini dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya, seperti hewan dan manusia sebagai sumber makanan.

## 2. Tempat Menyimpan Cadangan Makanan Tumbuhan

Tumbuhan menyimpan makanan di tempat yang berbeda. Berdasarkan tempat menyimpan cadangan makanannya, tumbuhan dikelompokkan menjadi empat yaitu;

- a) Tumbuhan yang menyimpan cadangan makanan di dalam umbi. Misalnya, kentang, singkong, dan ubi jalar.
- b) Tumbuhan yang menyimpan cadangan makanannya di dalam buah. Misalnya, apel, pepaya, mangga, jeruk, dan pisang.
- c) Tumbuhan yang menyimpan cadangan makanan di dalam biji. Misalnya, kacang tanah, kacang hijau, dan jenis kacang-kacangan lainnya.
- d) Tumbuhan yang menyimpan cadangan makanan di dalam batang. Misalnya, tebu dan sagu.

## 3. Tumbuhan Sebagai Penghasil

Daun, batang, buah, biji, dan umbi merupakan bagian dari tumbuhan yang digunakan sebagai sumber makanan bagi manusia dan hewan. Proses pembuatan makanan disebut **asimilasi karbon**. Disebut demikian, karena pada peristiwa tersebut tumbuhan menggunakan zat karbon yang berasal dari karbon dioksida. Tumbuhan mengambilnya dari udara. Karbon dioksida dihasilkan manusia dan hewan. Tumbuhan juga menghasilkan CO<sub>2</sub> pada saat pernapasan.

Bagian tumbuhan yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan makanan, baik yang langsung dimakan ataupun dimasak terlebih dahulu adalah akar, batang, daun, buah, bunga, dan biji.

### ➤ **Akar**

- Tumbuhan yang akarnya dimanfaatkan sebagai bahan makanan, antara lain singkong, wortel, bengkoang, dan lobak.
- Bahan obat-obatan, antara lain akar ginseng, akar alang-alang.



Gambar 1. Sumber Makanan dari Akar

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

➤ **Batang**

- Tumbuhan yang batangnya dimanfaatkan sebagai Bahan makanan, antara lain tebu, sagu, dan enau.
- Bumbu masak atau obat antara lain jahe, kunyit.
- Bahan bangunan antara lain pohon jati, kelapa, meranti, mahoni..



Gambar 2. Sumber Makanan dari Batang  
Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

➤ **Daun**

- Tumbuhan yang daunnya dimanfaatkan untuk bahan makanan, antara lain bayam, kangkung, sawi.
- Obat-obatan antara lain, daun pepaya, daun seledri.
- Bahan penyedap masakan, antara lain daun kemangi, panda.



Gambar 3. Sumber Makanan dari Daun  
Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

➤ **Buah**

- Tumbuhan yang buahnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan adalah jeruk, apel, pepaya, rambutan, dan jenis buah-buahan lainnya.
- Obat-obatan, antara lain jeruk nipis, buah pare.



Gambar 4. Sumber Makanan dari Buah

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

➤ **Bunga**

- Tumbuhan yang bunganya dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan adalah kol, kubis, dan bawang.
- Keindahan, antara lain anggrek, sedap malam
- Wangi-wangian, antara lain bunga melati, bunga mawar
- Obat-obatan, antara lain cengkeh



Gambar 5. Sumber Makanan dari Bunga

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

➤ **Biji**

- Tumbuhan yang bijinya dapat dimanfaatkan sebagai
- Bahan makanan adalah beras, gandum, jagung, dan kacang-kacangan.
- Bumbu masak, antara lain pala dan lada.



Gambar 6. Sumber Makanan dari Biji

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

Tumbuhan hijau mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan hewan karena penghasil oksigen dan penyerap karbon dioksida, selain sebagai sumber bahan makanan. Oleh karena itu, kehidupan manusia dan hewan sangat tergantung pada tumbuhan hijau. Selain sebagai sumber energi, manusia memanfaatkan tumbuhan untuk berbagai keperluan berikut.

- a) Bahan penyedap rasa, contohnya merica, pala, dan cengkeh.
- b) Bahan obat-obatan, contohnya kencur, temulawak, dan kunyit.
- c) Bahan sandang, contohnya serat tanaman kapas.
- d) Bahan peralatan rumah tangga, contohnya kayu dan bambu.

#### 4. Peranan Penting Tumbuhan Bagi Manusia dan Hewan

Tumbuhan hijau merupakan sumber makanan bagi manusia dan hewan. Manusia dan hewan sangat bergantung pada tumbuhan hijau. Apabila tidak ada tumbuhan hijau maka tidak tersedia sumber bahan makanan yang digunakan oleh manusia dan hewan untuk tumbuh dan berkembang biak. Tumbuhan hijau dapat menghasilkan oksigen yang digunakan oleh manusia dan hewan untuk bernapas.

Manfaat tumbuhan hijau bagi makhluk hidup adalah :

- a. Sebagai paru-paru dunia, tanaman sebagai elemen hijau, pada tumbuhan menghasilkan zat asam(O<sub>2</sub>) yang sangat diperlukan bagi makhluk hidup untuk pernafasan.
- b. Sebagai pengatur lingkungan, vegetasi akan menimbulkan hawa lingkungan menjadi sejuk, nyaman dan segar.
- c. Pencipta lingkungan hidup (ekologis)
- d. Penyeimbangan alam, merupakan pembentuk tempat-tempat hidup alam bagi satwayang hidup disekitarnya.
- e. Perlindungan terhadap kondisi fisik alami sekitarnya (angin kencang, terik matahari, gas dan debu-debu, kebisingan suara dan kendaraan bermotor)
- f. Keindahan (estetika)
- g. Kesehatan
- h. Rekreasi dan Pendidikan (edukatif)
- i. Sosial politik ekonomi
- j. Pencegahan banjir

## B. EKOSISTEM

Pernahkah kamu berpikir mengapa saat ini Indonesia sering dilanda banjir? Banjir tidak hanya menggenangi kota-kota besar, tetapi juga sudah menggenangi kawasan yang dulunya merupakan area hutan. Apakah pengalihan lahan penyerapan air menjadi lahan perumahan dapat menyebabkan banjir?

Untuk menjawab permasalahan tersebut, mari kita perhatikan lingkungan di sekitar. Perhatikan halaman rumahmu! Ada berbagai macam organisme, seperti rumput, burung, pohon, kupu-kupu, bukan? Di lingkungan terdapat juga daun kering, tanah, air, dan sinar matahari. Gambaran di atas menunjukkan bahwa organisme-organisme tersebut saling berinteraksi dengan organisme lain dan lingkungan di dalam ekosistem. Apakah ekosistem itu? Apakah ekosistem dapat mengalami kerusakan? Mari kita pelajari bersama.

**Ekosistem** adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem bisa dikatakan juga suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.

Ekosistem merupakan penggabungan dari setiap unit biosistem yang melibatkan interaksi timbal balik antara organisme dan lingkungan fisik sehingga aliran energi menuju kepada suatu struktur biotik tertentu dan terjadi suatu siklus materi antara organisme dan anorganisme. Matahari sebagai sumber dari semua energi yang ada.

Dalam ekosistem, organisme dalam komunitas berkembang bersama-sama dengan lingkungan fisik sebagai suatu sistem. Organisme akan beradaptasi dengan lingkungan fisik, sebaliknya organisme juga mempengaruhi lingkungan fisik untuk keperluan hidup. Pengertian ini didasarkan pada hipotesis Gaia, yaitu: "organisme, khususnya mikroorganisme, bersama-sama dengan lingkungan fisik menghasilkan suatu sistem kontrol yang menjaga keadaan di bumi cocok untuk kehidupan". Hal ini mengarah pada kenyataan bahwa kandungan kimia atmosfer dan bumi sangat terkendali dan sangat berbeda dengan planet lain di tata surya.

Kehadiran, kelimpahan dan penyebaran suatu spesies dalam ekosistem ditentukan oleh tingkat ketersediaan sumber daya serta kondisi faktor kimiawi dan fisis yang harus berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh spesies tersebut, inilah yang disebut dengan hukum toleransi. Misalnya: Panda memiliki toleransi yang luas terhadap suhu, namun memiliki toleransi yang sempit terhadap makanannya (bambu).

Dengan demikian, panda dapat hidup di ekosistem dengan kondisi apapun asalkan dalam ekosistem tersebut terdapat bambu sebagai sumber makanannya. Berbeda dengan makhluk hidup yang lain, manusia dapat memperlebar kisaran toleransinya karena kemampuannya untuk berpikir, mengembangkan teknologi dan memanipulasi alam.

## **1. Komponen Ekosistem**

### **a. Komponen Abiotik**

Marilah kita mulai dengan tempat hidup suatu tumbuhan, yaitu tanah. Tanah terdiri dari butiran-butiran tanah yang mengandung unsur hara/unsur anorganik dan bahan organik. Tanah gembur yang banyak rongga udara akan mempermudah akar tumbuhan mendapat makanan. Kebutuhan makanan tidak hanya diperoleh dari dalam tanah, tetapi juga dari udara yang mengandung oksigen, nitrogen, hidrogen dalam bentuk uap air dan karbondioksida. Gas karbon dioksida digunakan tumbuhan dalam proses fotosintesis. Oksigen yang dihasilkan dari proses ini dikeluarkan ke udara bebas untuk respirasi makhluk hidup.

Sinar matahari menguapkan air, dan uap air pada ketinggian tertentu membentuk awan. Suhu dingin menyebabkan awan berkondensasi menjadi embun yang pada akhirnya turun sebagai hujan di atas permukaan tanah maupun di sungai dan mengalir ke laut. Air meresap ke dalam tanah sebagai air tanah kemudian diserap tumbuhan. Air diperlukan semua organisme untuk berlangsungnya proses-proses dalam tubuh.

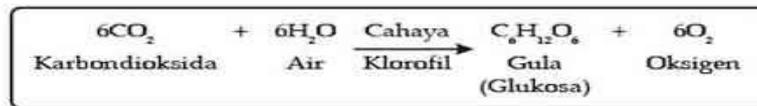
Sinar matahari merupakan sumber energi bagi tumbuhan untuk melakukan fotosintesis yang menghasilkan zat makanan. Zat makanan merupakan energi kimia yang dibutuhkan oleh semua organisme untuk menghasilkan energi untuk melakukan proses-proses kehidupannya.

### **b. Komponen Biotik**

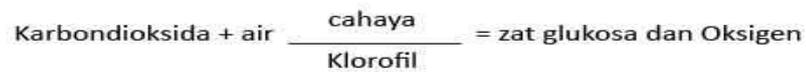
Komponen biotik meliputi semua makhluk hidup yang terdapat dalam ekosistem. Berdasarkan fungsinya di dalam ekosistem, makhluk hidup dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu produsen, konsumen, dan dekomposer atau pengurai

#### **1) Produsen**

Tumbuhan hijau mampu memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan zat makanan melalui proses fotosintesis, sehingga disebut sebagai produsen. Organisme yang dapat membuat makanan sendiri disebut organisme autotrof. Gambaran reaksi kimia proses fotosintesis adalah sebagai berikut.



Jadi:



Zat makanan yang terbentuk merupakan energi kimiawi yang tersimpan pada bagian daun, batang, akar atau buah. Hasil fotosintesis lainnya adalah berupa oksigen dilepas ke udara bebas dan digunakan oleh makhluk hidup lainnya.

## 2) Konsumen

Manusia dan hewan termasuk dalam golongan konsumen karena keduanya tidak dapat membuat makanan sendiri. Konsumen disebut juga organisme heterotrof, artinya organisme yang tergantung organisme lain untuk mendapatkan makanan. Berdasarkan jenis makanannya, organisme yang mendapatkan makanan dari tumbuhan saja disebut herbivora, organisme yang hanya makan hewan disebut karnivora. Organisme yang mendapatkan makanan dari tumbuhan maupun hewan disebut omnivora. Coba anda sebutkan contohnya.

## 3) Dekomposer atau Pengurai

Apa yang terjadi pada sisa-sisa bagian pohon yang tumbang/ mati setelah 1 minggu, 1 bulan atau lebih? Di permukaan batang tanaman yang mati akan terlihat jamur maupun bakteri yang melakukan pembusukkan. Di sinilah nampak peran dari dekomposer atau pengurai dalam menguraikan zat organik yang terdapat pada makhluk hidup yang sudah mati menjadi zat yang lebih sederhana, seperti mineral atau zat organik lain.

Makhluk hidup yang berperan sebagai pengurai adalah bakteri dan jamur saprofit. Zat mineral atau zat hara hasil penguraian meresap ke dalam tanah yang sangat dibutuhkan oleh tumbuhan. Keseimbangan ekosistem dapat terjadi bila ada hubungan timbal balik yang harmonis antarkomponen biotik dan abiotik.

Semula produsen, herbivora, dan karnivora berada pada jumlah tertentu. Tumbuhan sebagai produsen merupakan komponen yang jumlahnya terbanyak. Selama tidak terjadi sesuatu yang mengubah lingkungan, maka organisme dalam ekosistem tidak mengalami perubahan. Perubahan jumlah organisme yang tidak terkendali akan membahayakan organisme itu sendiri. Oleh karena itu, dalam kehidupan ada kecenderungan untuk melawan perubahan atau usaha agar berada dalam suatu keseimbangan.

## 2. Satuan-satuan Ekosistem

### a. Individu

Individu adalah makhluk hidup tunggal atau sendiri. Makhluk hidup ini dalam hidupnya memerlukan tempat hidup dan makana. Tempat hidup dari individu ini ada pada lingkungannya. Individu ini untuk dapat bertahan hidup memerlukan makanan yang diperoleh dari lingkungannya serta dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya ia berbiak. Antara individu satu dengan yang lainnya terjadi persaingan dalam memperoleh tempat maupun makanan dengan persaingan inilah maka individu yang kuat dapat bertahan hidup sedangkan yang lemah akan mati. Bila individu ini terus bertambah maka persaingan akan lebih ketat yang memungkinkan terjadinya kemusnahan dari individu tersebut. Demikian juga manusia sebagai suatu individu memerlukan tempat hidup, memerlukan makanan dan oksigen tersebut mutlak diperlukan dan berkualitas artinya layak dan memenuhi syarat kualitas. Bila jumlah individu terus bertambah maka kebutuhan di atas akan terus meningkat dan bila tidak terkendali maka keseimbangan alam akan terganggu.

### b. Populasi

Bila kita memperhatikan sawah, kolam, lautan, danau di sekitar kita, maka kita akan mendapatkan berbagai macam makhluk hidup yang ada di sana baik yang berupa herbivora, karnivora maupun omnivora. Demikian juga kolam, kita amati secara teliti dan mikroskopis dari tumpukan karung ataupun kursi yang disimpan tak terawat kita dapat melihat berbagai macam hewan, baik yang mikroskopis maupun yang dapat dilihat tanpa mikroskop.

Di sawah tersebut setiap jenis makhluk hidup tidak hanya satu individu saja, akan tetapi jumlahnya lebih dari satu individu. Setiap individu-individu yang jenisnya sama akan berkelompok membentuk satu populasi jadi populasi adalah kelompok makhluk hidup yang sejenis dalam suatu tempat dan masa waktu tertentu. Misalnya populasi belalang, populasi semut, populasi katak hijau di sawah pada pada jam 10 pagi. Makhluk hidup sejenis maksudnya adalah makhluk hidup yang dapat melakukan perkawinan dan menghasilkan keturunan yang fertil.

Populasi makhluk hidup di suatu tempat dan waktu tertentu dapat berubah-ubah hal ini di sebabkan oleh adanya faktor natalitas (kelahiran), mortalitas (kematian) dan migrasi (perpindahan) baik emigrasi maupun imigrasi. Kepadatan populasi yaitu jumlah populasi sejenis tiap satuan luas pada suatu wilayah tertentu.

**Rumus:**

$$\text{Kepadatan penduduk} = \frac{\text{Jumlah individu populasi}}{\text{Luas wilayah}}$$

**Contoh:**

Dalam suatu ekosistem kebun dengan luas 10.000 m<sup>2</sup> di temukan pohon mahoni sebanyak 500 pohon, kemiri 363 pohon, jengkol 254 pohon. Maka kepadatan pohon mahoninya adalah Jawab; 500/10,000=0,005 pohon/m<sup>2</sup>

Jumlah individu dalam suatu populasi dapat berubah dari waktu ke waktu, hal ini di sebabkan oleh **mortalitas, natalitas, dan migrasi.**

## 1) Natalitas

Natalitas ialah kelahiran setiap makhluk hidup mempunyai kemampuan berbiak untuk semua makhluk hidup yang dewasa baik hewan maupun tumbuhan memiliki kemampuan itu walaupun ada makhluk hidup yang fertil, tapi kemampuan berbiaknya tetap ada. Baik tumbuhan maupun hewan tertentu berbiak dapat terjadi secara vegetatif dan generatif perbedaannya antara pembiakan vegetatif dengan generatif yaitu ada atau tidak adanya fertilisasi dua sel kelamin yang berbeda misalnya individu baru terbentuk dari hasil peleburan dua sel kelamin yang berbeda itulah pembiakan secara generatif, tanpa peleburan dua sel kelamin yang berbeda maka pembiakan secara vegetatif. Dengan adanya kelahiran ini maka jumlah individu akan terus bertambah banyak dengan bertambah banyaknya individu maka kebutuhan ruang sebagai tempat hidup dan makanan terus meningkat.

Demikian juga manusia bila terus bertambah maka kebutuhan akan tempat tinggal (ruang), udara dan makanan selalu bertambah, oleh karena itu manusia membuka ekosistem hutan, sawah dan perairan untuk di jadikan sebagai tempat tinggal yang cara langsung memasukkan mendesak tatanan tempat hidupnya dari makhluk hidup lainnya yang lama kelamaan akan merusak ekosistem maka dengan demikian agar ekosistem terpelihara dengan baik laju populasi manusia harus di tekan dengan cara menggalakkan KB (Keluarga Berencana), serta menanamkan pengertian bahwa anak itu tidak cukup diberi makan saja, tapi perlu dididik dengan baik agar menjadi generasi yang handal. KB (Keluarga Berencana) pada hakikatnya adalah mencegah terjadinya pembuahan (Fertilisasi) atau menjaga dihasilkannya sel telur atau sel sperma.

Angka natalitas tinggi, bila menunjukkan lebih dari 30 per tahun, artinya banyaknya bayi yang lahir pada setiap 1000 penduduk per tahun. Bila di negara kita angka natalitasnya lebih dari 40 maka akan menjadi ledakan penduduk. Angka natalitas sedang bila kelahiran 20-30 orang per tahun, sedangkan angka natalitas rendah bila kelahiran kurang dari 20 orang pertahun.

**Rumus untuk menghitung angka kelahiran yaitu;**

$$\text{Angka kelahiran} = \frac{\text{Jumlah bayi yg dilahirkan hidup dlm 1 thn}}{\text{Jumlah penduduk pada tahun tersebut}} \times 1000$$

## 2) Mortalitas

Mortalitas ikut pula dalam menentukan jumlah individu dari suatu populasi dengan mortalitas ini maka jumlah individu dalam suatu populasi menjadi berkurang. Setiap makhluk hidup mesti mengalami kematian baik itu hewan, tumbuhan maupun manusia angka kematian dapat menunjukkan tingkat kesejahteraan/kesuburan dari suatu makhluk hidup. Makhluk hidup yang tinggal di tempat yang subur, tingkat kematiannya rendah. Demikian juga manusia, bila hidup di tempat yang subur/sejahtera maka tingkat kematiannya rendah.

Mortalitas adalah angka yang menunjukkan jumlah kematian per seribu penduduk per tahun. Kriteria angka kematian ada 3 yaitu;

- Mortalitas rendah; angka kematian 9-13 per tahun
- Mortalitas sedang; angka kematian 14-18 per tahun
- Mortalitas tinggi; angka kematian di atas 18 per tahun

Selain dari angka mortalitas pada manusia dapat juga dihitung laju kematian bayi; dimana laju kematian bayi ini sangat berhubungan erat dengan tingkat kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat. Bila suatu negara atau daerah tingkat laju kematiannya tinggi maka perlu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan kemakmuran penduduknya. Laju mortalitas bayi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Laju mortalitas} = \frac{\text{Kematian dibawah umur 1 thn}}{\text{Bayi kelahiran yg hidup}} \times 1000$$

Kriterianya;

- Laju kematian bayi sangat tinggi, bila laju mortalitas bayi diatas 125
- Laju kematian bayi tinggi, bila laju mortalitas bayi antara 76 – 125
- Laju kematian bayi sedang, bila laju mortalitas bayi antara 35 – 75
- Laju kematian bayi kurang, bila laju mortalitas bayi kurang dari 35

### 3) Migrasi (Perpindahan)

Jumlah individu dalam suatu populasi dapat berkurang atau bertambah karena adanya perpindahan. Pada hewan dan manusia perpindahan ini sangat mungkin terjadi secara aktif sebab hewan dan manusia dapat bergerak pindah tempat secara aktif. Perpindahan hewan bisa dipengaruhi oleh faktor makanan, perubahan suhu, cuaca, iklim/musim. Pada manusia perpindahan bisa disebabkan oleh faktor pendorongnya (keadaan politik, ekonomi, berkurangnya sumber daya alam, menyempitnya lapangan kerja dan bencana alam, serta faktor penarik (kesempatan kerja di daerah baru, kesempatan pendidikan, pendapatan yang lebih tinggi di daerah baru, tempat hiburan dan pusat kebudayaan).

Migrasi ini ada yang disebut dengan emigrasi yaitu bila seorang yang keluar dari suatu daerah A pindah ke daerah B maka orang itu disebut sebagai imigrasi. Jadi dengan adanya ketiga faktor tersebut di atas, maka jumlah individu dalam suatu populasi dapat berubah-ubah.

#### c. Komunitas

Populasi rumput, populasi pohon, populasi kuda Zebra, populasi semut, dan jerapah yang hidup bersama di lapangan rumput disebut komunitas. Jadi, komunitas adalah kumpulan dari populasi-polulasi yang berbeda dan hidup bersama di suatu tempat atau daerah tertentu. Tempat di mana makhluk hidup itu berada disebut habitat. Habitat tanaman rumput adalah tanah atau daratan.

Tumbuhan memperoleh garam mineral dan air dari tanah. Zat mineral tanah dapat berasal dari daun tumbuhan yang gugur maupun sisa-sisa makanan hewan yang diuraikan oleh bakteri pengurai dan terpadu dengan tanah menjadi humus. Dengan demikian, makhluk hidup yang mendiami suatu habitat selalu berhubungan, bahkan saling tergantung dengan lingkungannya. Lingkungan adalah segala sesuatu yang terdapat di sekitar makhluk hidup. Kesatuan komunitas dengan lingkungannya di mana terjadi hubungan timbal balik disebut ekosistem.

Ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya disebut ekologi. Batas ekosistem bervariasi. Ekosistem terbesar di bumi adalah biosfer, yang disusun oleh seluruh ekosistem dari berbagai bagian bumi. Ada bermacam-macam ekosistem di antaranya ekosistem hutan, laut, sungai, rawa, dan pantai. Beberapa ekosistem buatan yang sengaja dibuat manusia antara lain sawah, kolam, dan akuarium.

### 3. Hubungan Antar komponen Ekosistem

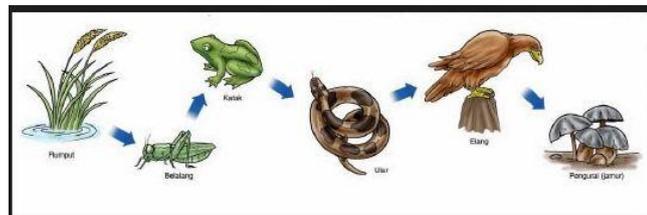
#### a. Saling Ketergantungan Antar Komponen Biotik dan Abiotik

Perhatikan berbagai komponen yang menyusun ekosistem akuarium. Tentunya kamu ingat peran masing-masing komponennya, bukan? Tumbuhan dalam akuarium dan hewan yang ada dalam akuarium, waktu bernapas mengambil oksigen yang terlarut dalam air.

Pernapasan hewan dan tumbuhan mengeluarkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O ke dalam air yang digunakan oleh tumbuhan hijau untuk fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari. Proses fotosintesis tersebut akan menghasilkan makanan serta melepaskan O<sub>2</sub> ke air, yang diperlukan oleh hewan maupun tumbuhan itu sendiri. Produsen tergantung pada lingkungan, konsumen tergantung pada produsen, pengurai tergantung pada konsumen dan produsen, sedangkan lingkungan tergantung pengurai.

#### b. Rantai Makanan dan Jaring-jaring Makanan

Coba perhatikan peristiwa makan memakan yang kemungkinan dapat terjadi pada ekosistem sawah.



Gambar 7. Rantai Makanan

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

Menunjukkan apakah gambar di atas?

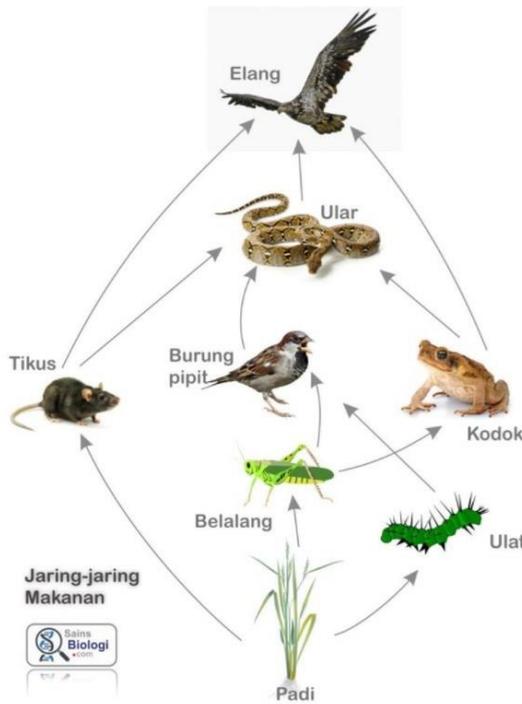
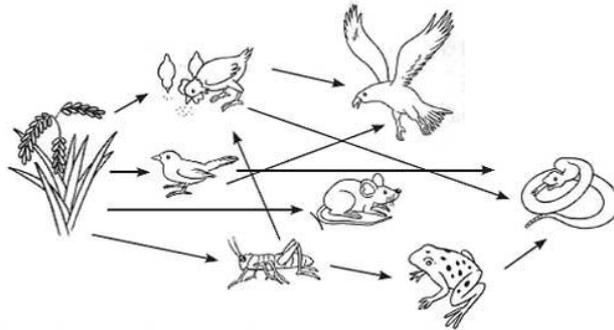
Tumbuhan padi dimakan belalang. Belalang dimakan katak, katak dimakan ular, dan ular dimakan burung elang. Akhirnya burung elang mati diuraikan oleh dekomposer atau pengurai.

Dari rantai makanan tersebut tumbuhan merupakan produsen, belalang disebut konsumen tingkat I, katak sebagai konsumen tingkat II. Ular sebagai konsumen tingkat III dan elang sebagai konsumen tingkat IV, berkedudukan

sebagai konsumen puncak (merupakan konsumen yang tidak dimakan lagi oleh konsumen lain).

Peristiwa di atas disebut **rantai makanan** dengan urutan tertentu, yaitu **produsen** → **konsumen tingkat I** → **konsumen tingkat II** → **konsumen tingkat III** → **konsumen tingkat IV**.

Pada rantai makanan terjadi perpindahan zat makanan dari sumbernya, yaitu tumbuhan melalui sederetan makhluk hidup tertentu dengan cara makan dan dimakan. Rantai makanan tidak terpisah satu sama lainnya, tetapi saling berkaitan. Apakah padi hanya dimakan oleh belalang? Coba perhatikan peristiwa makan dan dimakan di bawah ini.



Gambar 8. Jaring-jaring Makanan

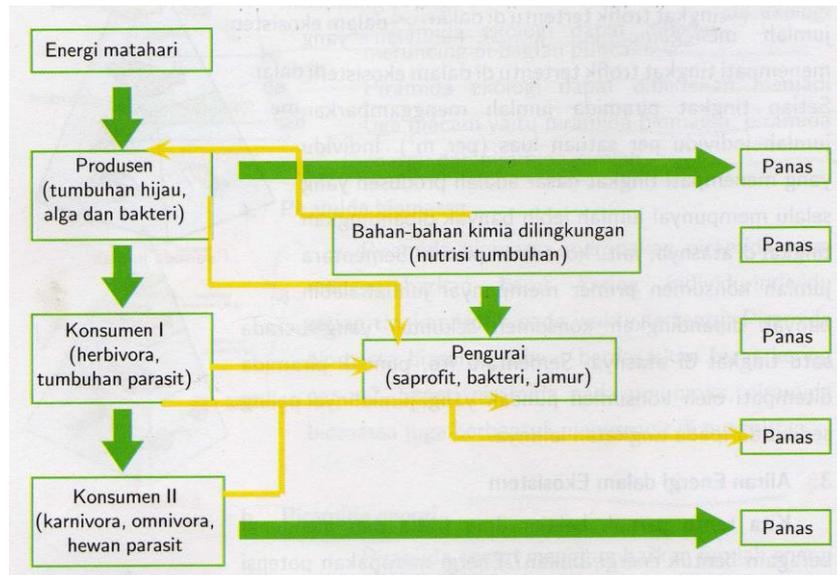
Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

Coba perhatikan gambar di atas. Tentukan ada berapa rantai makanan yang terlihat pada gambar di atas dan sebutkan urutan rantai makanan tersebut! Apakah rantai makanan yang satu dengan yang lain saling berhubungan? Rantai makanan yang saling berhubungan disebut jaring-

jaring makanan. Peristiwa makan dan dimakan dalam dunia kehidupan membentuk jaring-jaring kehidupan.

### c. Energi dalam Ekosistem

Setiap kegiatan memerlukan energi. Dari mana makhluk hidup memperoleh energi? Sumber energi untuk organisme adalah energi kimia yang terdapat di dalam makanan. Makhluk hidup tidak mampu menciptakan energi, melainkan hanya memindahkan dan memanfaatkannya untuk beraktivitas.



Gambar 9. Perpindahan Energi Matahari ke Tumbuhan Hijau  
Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

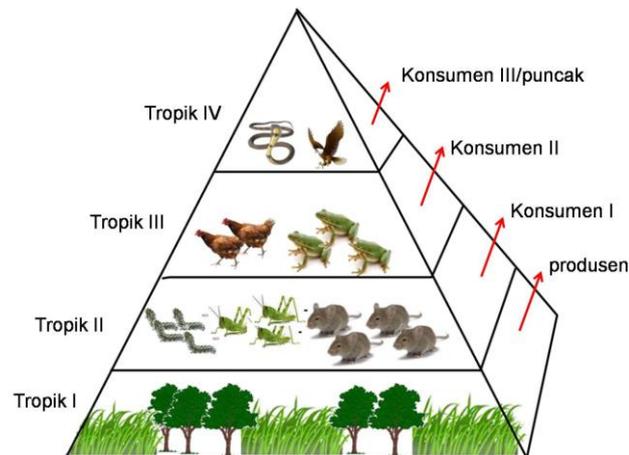
Perpindahan energi berlangsung dari matahari ke tumbuhan hijau melalui proses fotosintesis. Di sini energi cahaya diubah menjadi energi kimia. Sewaktu tumbuhan hijau dimakan herbivora, energi kimia yang tersimpan dalam tumbuhan berpindah ke dalam tubuh herbivora dan sebagian energi hilang berupa panas. Demikian juga sewaktu herbivora dimakan karnivora. Oleh karena itu, aliran energi pada rantai makanan jumlahnya semakin berkurang. Pergerakan energi di dalam ekosistem hanya satu jalur, berupa aliran energi.

### d. Tingkat Tropik dan Piramida Makanan

Pada rantai makanan telah kita ketahui bahwa tingkat tropik yang terdiri atas produsen, konsumen tingkat I, konsumen tingkat II, dan seterusnya. Produsen yang bersifat autotrof selalu menempati tingkatan tropik utama, herbivora menempati tingkat tropik kedua, karnivora menduduki tingkat tropik ketiga, dan seterusnya. Setiap perpindahan energi dari satu tingkat tropik ke tingkat tropik berikutnya akan terjadi pelepasan sebagian energi berupa panas sehingga jumlah energi pada rantai makanan untuk tingkat tropik yang semakin tinggi, jumlahnya semakin sedikit. Maka terbentuklah piramida ekologi/piramida makanan.

Salah satu jenis piramida ekologi adalah piramida jumlah yang dilukiskan dengan jumlah individu. Piramida jumlah pada suatu ekosistem

menunjukkan bahwa produsen mempunyai jumlah paling besar dan konsumen tingkat II jumlah lebih sedikit dan jumlah paling sedikit terdapat pada konsumen tingkat terakhir. Pada piramida makanan, padi pada tingkat tropik pertama memiliki jumlah yang paling banyak. Buatlah prediksi apa yang terjadi jika jumlah padi lebih sedikit dari konsumen tingkat I atau konsumen tingkat II.



Gambar 10. Piramida Makanan

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

#### e. Pola Interaksi

Paku Simbar Menjangan menempel pada batang pohon ketepeng. Peristiwa tersebut menunjukkan adanya interaksi antarorganisme. Tumbuhan paku mempunyai keuntungan mendapatkan tempat hidup, pohon ketepeng tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian dengan adanya tumbuhan paku. Interaksi seperti ini disebut komensalisme. Apakah bentuk interaksi makhluk hidup yang lain? Mari kita pelajari bersama.

##### 1) Komensalisme

Komensalisme adalah interaksi yang saling menguntungkan satu organisme tetapi tidak berpengaruh pada yang lain.

Contoh Epifit yang tumbuh pada tumbuhan inang. Tumbuhan anggrek yang hidup menempel pada pohon (inang), memanfaatkan inang hanya sebagai tempat fisik untuk hidup. Tumbuhan inang tidak mendapat tekanan (dirugikan) dengan adanya tumbuhan anggrek.

##### 2) Mutualisme

Bentuk interaksi dimana kedua pasangan yang berinteraksi saling menguntungkan.

Contoh umum mutualisme adalah penyerbukan yang dilakukan oleh serangga.

##### 3) Parasitisme

Hubungan di antara dua organisme, yang satu sebagai parasit dan yang lain sebagai inang.

Parasit memperoleh keuntungan dari kehidupan bersama ini dengan mendapatkan bahan makanan, sedangkan inang tertekan (dirugikan).

Contoh hubungan antara tumbuhan Beluntas (*Plucea indica*) dengan Tali putri (*Cuscuta*).

#### 4. Daur Bigeokimia

Di alam ini banyak terdapat unsur-unsur kimia, baik yang terdapat dalam tubuh organisme, di air, dalam tanah maupun di batuan serta mineral. Unsur-unsur tersebut terikat dalam bentuk senyawa kimia, baik senyawa organik maupun senyawa anorganik. Melalui serangkaian organisme dan lingkungan fisik, unsur-unsur tersebut mengalami daur/siklus. Daur yang melibatkan unsur-unsur senyawa kimia dan mengalami perpindahan melalui serangkaian organisme inilah yang disebut *daur biogeokimia*.

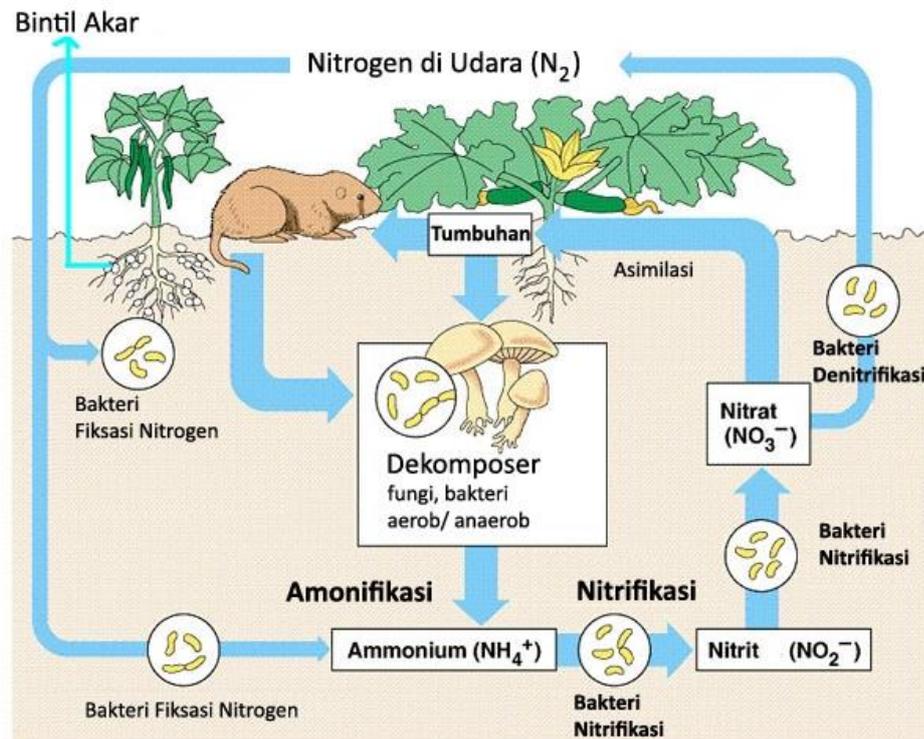
Dalam bagian ini akan dibahas mengenai beberapa daur.

##### a. Daur nitrogen (N)

Nitrogen merupakan bagian terbesar penyusun gas dalam atmosfer bumi (sekitar 78%). Nitrogen di udara bebas tidak banyak bermanfaat bagi organisme. Oleh karena itu nitrogen bebas tersebut perlu difiksasi (ditambat) agar lebih dirasakan manfaatnya. Proses fiksasi nitrogen dari udara dapat berlangsung oleh kegiatan fiksasi industri (misalnya industri pupuk nitrogen), fiksasi oleh mikroorganisme baik secara simbiotik maupun nonsimbiotik (bakteri, alga biru), maupun fiksasi oleh peristiwa alam seperti kilat atau petir yang menyebabkan terbentuknya senyawa nitrat. Selanjutnya nitrat diserap oleh akar tumbuhan untuk digunakan dalam sintesis asam amino, komponen pembentuk protein. Protein tumbuhan dikonsumsi oleh hewan dan manusia, dan dikeluarkan lagi melalui feses, urin, ekskret bernitrogen lain.

Bersama dengan hewan dan tumbuhan mati, zat buangan bernitrogen tersebut akan mengalami pembusukan dan penguraian oleh bakteri dan fungi membentuk senyawa amoniak dan amonium. Oleh bakteri *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* amoniak dan amonium diubah menjadi *nitrit*. Proses perubahannya dinamakan *nitritasi*. Oleh bakteri *Nitrobacter* nitrit diubah menjadi *nitrat*, proses perubahannya dinamakan *nitratasi*. Gabungan dari nitritasi dan nitratasi dinamakan *nitrifikasi*. Senyawa nitrat tersebut akhirnya diserap kembali oleh akar tumbuhan.

Ada jenis bakteri yang mampu mengubah nitrat dalam tanah menjadi nitrogen bebas, yaitu bakteri *Thiobacillus denitrificans* dan *Pseudomonas denitrificans* (keduanya disebut bakteri denitrifikasi). Proses perubahan nitrat dalam tanah menjadi nitrogen di udara bebas dinamakan *denitrifikasi*. Perubahan ini tentu sangat merugikan bagi kesuburan tanah.



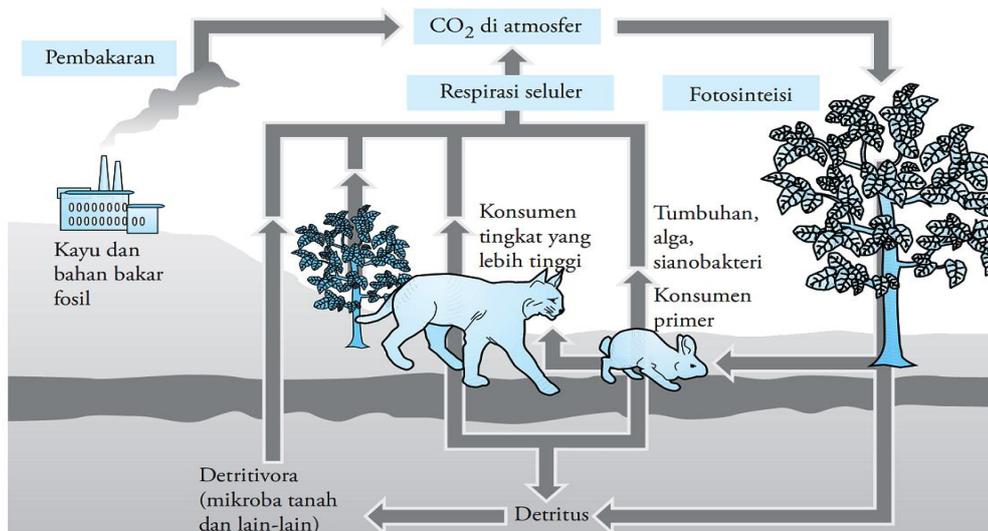
Gambar 11. Siklus Nitrogen

Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

#### b. Daur Karbon (C)

Gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) hanya terdapat sekitar 0,035% di atmosfer bumi. Kadar tersebut akan mengalami peningkatan sejalan dengan pembebasan gas  $CO_2$  baik oleh kegiatan manusia maupun oleh peristiwa alam. Gas tersebut berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi), pembakaran atau kebakaran hutan, aktivitas gunung api. Organisme produsen memanfaatkan  $CO_2$  udara untuk melakukan sintesis senyawa organik, baik melalui fotosintesis maupun kemosintesis.

Senyawa organik hasil fotosintesis dimanfaatkan oleh organisme heterotrof (hewan, manusia) sebagai sumber energi. Melalui respirasi senyawa organik tersebut dibakar (dioksidasi),  $CO_2$  hasil pembakaran dibebaskan lagi ke udara. Selain sebagai sumber energi, senyawa organik tersebut sebagian disimpan dalam tubuh organisme. Jika organisme mati, senyawa karbon akan diuraikan dan diendapkan menjadi batuan karbonat dan kapur. Jika tersimpan dalam perut bumi dalam jangka waktu yang sangat lama, senyawa karbon sisa organisme mati dapat menghasilkan bahan bakar fosil (minyak bumi). Akhirnya oleh kegiatan manusia bahan bakar fosil tersebut kembali membebaskan  $CO_2$  ke udara.



Gambar 12. Siklus Karbon  
 Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

**c. Daur Fosfor (P)**

Fosfor merupakan unsur penting pembentuk asam nukleat, protein, Adenosin Tri Pospat (ATP), dan senyawa organik lain. Fosfor (P) tidak pernah ditemukan dalam bentuk gas, tapi dalam bentuk *fosfor dalam tanah, fosfor dalam air tawar dan laut*. Oleh organisme produsen, fosfor diserap dan dimanfaatkan untuk sintesis senyawa organik (protein, asam nukleat, ATP). Senyawa organik yang mengandung fosfor ini akhirnya berpindah ke konsumen. Protein dalam tubuh organisme digunakan untuk metabolisme dan membangun bagian-bagian tubuh. Jika organismenya mati, senyawa organik yang mengandung fosfor mengalami perombakan oleh pengurai, akhirnya fosfor kembali lagi ke tanah, air tawar dan laut. Fosfor dalam tanah terbawa oleh air, diendapkan di danau atau lautan membentuk *batuan yang mengandung fosfor*. Batuan fosfor tererosi menghasilkan tanah, akhirnya fosfor kembali ke tanah.

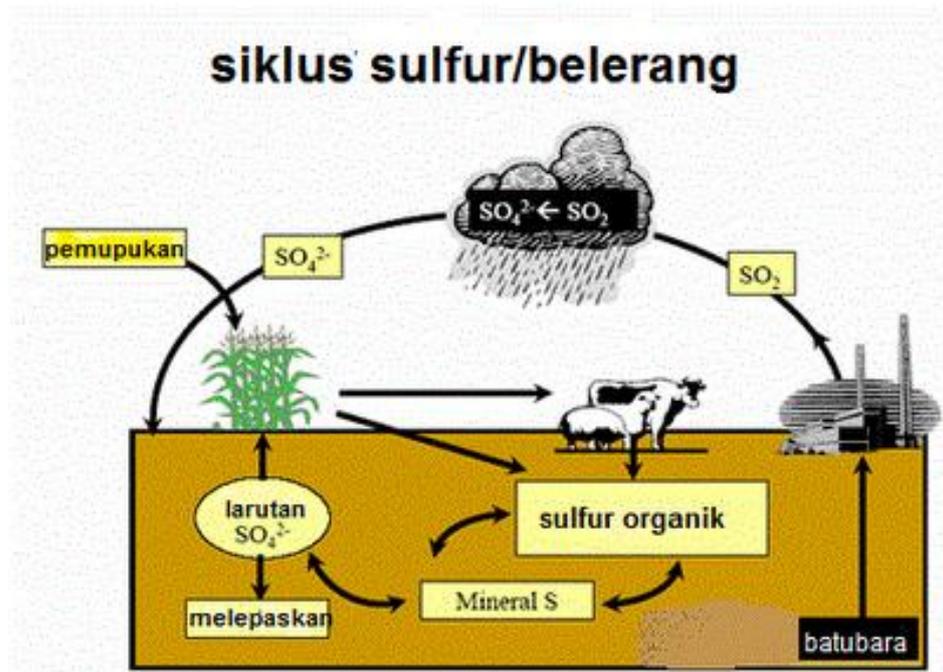
**SIKLUS FOSFOR**



Gambar 13. Siklus Fosfor  
 Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

**d. Daur Sulfur ( S )**

Sulfur banyak terdapat di kerak bumi. Sulfur dapat diserap oleh tumbuhan dalam bentuk *sulfat*. Sulfur diperlukan dalam sintesis senyawa protein. Sulfat dalam tanah diserap oleh tumbuhan, selanjutnya digunakan untuk sintesis protein. Melalui rantai makanan sulfur berpindah ke konsumen. Jika organisme mati, senyawa sulfur dalam organisme akan terurai secara *aerob* membentuk *sulfat* kembali, dan bila penguraian berlangsung secara *anaerob* menghasilkan *gas sulfur* dan *sulfida*. Gas sulfur dan sulfida juga berasal dari hasil reduksi senyawa sulfat secara anaerob oleh bakteri pereduksi sulfur. Oleh bakteri sulfur, gas sulfur dan sulfida di udara dioksidasi menghasilkan *sulfur*, selanjutnya sulfur dioksidasi lagi membentuk *sulfat* dalam tanah.



Gambar 13. Siklus Sulfur  
Sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)

**e. Daur air**

Air merupakan kebutuhan vital bagi semua makhluk hidup. Tak ada makhluk hidup yang mampu bertahan hidup tanpa adanya air. Air terdapat secara melimpah di laut, tetapi ketersediaannya relatif terbatas di daratan. Bagi tumbuhan, air merupakan salah satu faktor penting untuk fotosintesis, perkecambahan dan pertumbuhan, serta sarana transportasi zat. Bagi hewan dan manusia, air merupakan faktor penting dalam melaksanakan transportasi zat.

Daur air disebut juga *daur hidrologi*. Secara garis besar daur hidrologi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu *daur hidrologi pendek*, *daur hidrologi sedang*, dan *daur hidrologi panjang*.

**a. Daur hidrologi pendek**

Air laut menguap, uap air naik ke udara lalu bersatu menjadi awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi

menjadi titik-titik air, kemudian turun sebagai hujan. Pada daur hidrologi pendek ini terbentuknya awan dan hujan terjadi di atas laut, jadi hujan tidak mencapai daratan.

**b. Daur hidrologi sedang**

Air laut menguap, uap air naik ke udara dan terbawa angin sampai di atas daratan membentuk awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi membentuk titik-titik air, lalu turun sebagai hujan di daratan. Sebagian air meresap ke dalam tanah, sebagian lain kembali ke laut melalui sungai.

**c. Daur hidrologi panjang**

Uap air yang berasal dari penguapan air laut, kolam, danau, sungai maupun hasil transpirasi tumbuhan naik ke udara, lalu bersatu menjadi awan. Awan terbawa oleh angin ke arah daratan dan pada jarak tertentu terhalang oleh pegunungan. Akhirnya awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air dan turun sebagai hujan di atas pegunungan. Air hujan meresap ke tanah di pegunungan, lalu diserap oleh tumbuhan di pegunungan, sebagian muncul sebagai mata air. Melalui sungai air mengalir kembali lagi ke laut.

Komponen-komponen ekosistem memiliki manfaat yang sangat besar bagi manusia dan makhluk hidup lain, di antaranya sebagai berikut.

1. Sebagai sumber bahan makanan bagi makhluk hidup lain.  
Misalnya produsen menyediakan bahan makanan bagi konsumen primer (herbivora), konsumen primer menyediakan makanan bagi konsumen sekunder (karnivora), dan seterusnya.
2. Berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem yang dinamis. Contohnya keberadaan harimau (karnivora) di suatu padang rumput untuk mencegah terjadinya ledakan populasi herbivora di wilayah tersebut, agar ketersediaan rumput selalu terjaga. Kehadiran predator dan parasitoid ikut mengontrol populasi hama agar tidak menimbulkan kerugian yang lebih besar.
3. Menjamin tetap berlangsungnya daur ulang sampah organik di ekosistem. Contohnya jamur dan bakteri pengurai berperan menguraikan sampah organik menjadi zat-zat anorganik yang sangat diperlukan bagi kehidupan tumbuhan dan sekaligus dapat mengatasi masalah sampah organik.
4. Sebagai sumber senyawa anorganik yang sangat diperlukan bagi kehidupan. Contohnya tanah merupakan sumber air dan unsur hara penting bagi kehidupan tumbuhan dan makhluk hidup yang lain. Udara merupakan sumber CO<sub>2</sub> untuk fotosintesis tumbuhan, juga sebagai sumber O<sub>2</sub> bagi semua makhluk hidup.
5. Membantu mengatasi permasalahan polusi. Misalnya tumbuhan menyerap CO<sub>2</sub> udara untuk fotosintesis, menyediakan O<sub>2</sub> bagi organisme lain.

## 5. Manusia dan Lingkungan

Semakin meningkat jumlah populasi manusia, semakin banyak pula sumber daya alam yang harus diambil untuk memenuhi kebutuhannya. Sumber daya alam apa sajakah yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dasar hidup manusia? Sumber daya alam yang merupakan kebutuhan dasar hidup manusia adalah air bersih, udara bersih, bahan pangan, dan ketersediaan lahan. Naiknya kepadatan penduduk menyebabkan kebutuhan air dan udara bersih meningkat. Di kota-kota besar pemenuhan kebutuhan bahan baku air bersih dipenuhi dengan memanfaatkan sungai besar yang melintasi kota.

Air sungai yang melintasi kota berwarna coklat dan mengandung sampah, sehingga bila dikonsumsi sebagai air bersih tanpa pengolahan yang memadai akan dapat menimbulkan berbagai penyakit. Kebutuhan udara bersih juga semakin sulit terpenuhi, hal ini disebabkan berkembangnya industri dan padatnya lalu lintas kendaraan bermotor sebagai penghasil bahan pencemar yang cukup tinggi.

Masih rendahnya kesadaran lingkungan sering kali menyebabkan manusia melakukan tindakan yang merugikan. Taman-taman kota yang dulu banyak dijumpai sebagai paru-paru kota, area penahan dan penyerap air sudah banyak yang beralih fungsi. Mengingat kondisi air dan udara saat ini semakin kritis baik kualitas maupun kuantitasnya, maka hal ini perlu segera diatasi. Upaya untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan membuat waduk atau bendungan dan penghijauan. Waduk atau bendungan merupakan tempat untuk mengelola air sungai dan berfungsi sebagai bahan baku air bersih.

Kebutuhan dasar manusia lainnya adalah peningkatan kebutuhan pangan dan pemukiman. Untuk kebutuhan pangan diperlukan lahan pertanian. Ironisnya lahan pertanian berkurang karena dipergunakan untuk pemukiman atau kepentingan yang lain. Hal ini menunjukkan penggunaan tanah kurang memperhatikan prinsip-prinsip keseimbangan lingkungan. Kebutuhan pangan meningkat namun ketersediaan lahan terbatas. Upaya yang dapat dilakukan antara lain dengan meningkatkan teknologi pertanian dan usaha pemuliaan tanaman untuk mendapatkan bibit unggul.

## 6. Pengelolaan Lingkungan Hidup

Undang-undang RI No. 23 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk manusia.

Penambangan minyak bumi, gas alam, batu bara, pasir, teknologi industri yang menggunakan mesin dan penebangan hutan ternyata di satu sisi dapat memenuhi kebutuhan manusia. Namun di sisi lain menimbulkan permasalahan lingkungan.

### f. Pengaruh Penebangan Hutan terhadap Kerusakan Alam

Hutan merupakan habitat yang memiliki keanekaragaman hayati (biodiversitas) yang cukup tinggi, di mana ada keberagaman ekosistem jenis dan variabilitas genetik binatang, tumbuh-tumbuhan, dan mikroorganisme yang hidup di dalamnya saling berinteraksi dengan lingkungan abiotiknya.

Menurut fungsinya, dibagi menjadi dua, yaitu hutan lindung dan hutan pelestarian alam. Hutan lindung, merupakan suatu kawasan hutan dengan keadaan sifat alam yang berkemampuan untuk mengatur tata air, mencegah erosi, dan banjir serta memelihara kesuburan.

Hutan lindung dan pelestarian alam bertujuan untuk melindungi dan melestarikan tipe-tipe ekosistem tertentu serta menjamin stabilitas tumbuhan dan hewan.

Tingginya laju pertumbuhan penduduk memicu pemanfaatan sumber daya alam tak terkendali dan mendorong pengalihan tata guna lahan. Hutan kita telah dieksploitasi secara besar-besaran oleh pengusaha pemegang HPH (Hak Pengusaha Hutan), pemegang izin hak pemanfaatan hasil hutan (HPHH), pemegang izin pemanfaatan kayu (IPK), dan lainnya yang semakin memperburuk kualitasnya.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi terjadinya kerusakan hutan antara lain.

- 1) Penebangan hutan harus dikurangi dan penanaman pohon sebagai pengganti (reboisasi) ditingkatkan.
- 2) Perlu pengelolaan yang menjamin hasil yang terus menerus. Dalam hal ini pemerintah membuat UU RI No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Peraturan Pemerintah RI No. 27 Tahun 1999 tentang Analisis mengenai Dampak Lingkungan.

#### **g. Pengaruh Pencemaran Lingkungan dan Upaya Mengatasinya**

UU RI No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia, sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu, yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Ada dua sumber bahan pencemar.

- 1) Aktivitas alam seperti meletusnya gunung berapi dimana terjadi peristiwa vulkanis yang dapat menerbangkan abu vulkanik ke atmosfer dan menyebabkan udara tercemar.
- 2) Aktivitas manusia, di antaranya dalam bidang pertanian, perikanan, industri, pertambangan, dan transportasi. Aktivitas manusia inilah yang dampak langsungnya banyak menyumbangkan bahan pencemar ke udara, air, dan tanah.

#### **a) Pencemaran Udara**

Apabila kamu berdiri di tepi jalan yang dipenuhi kendaraan bermotor, kamu akan melihat asap tebal berwarna hitam yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor. Apabila kita menghirup gas itu, dada dapat menjadi sesak, mengapa demikian. Apakah pencemaran udara pasti dapat ditangkap oleh indera? Tentu saja tidak, bahkan seringkali tidak dapat ditangkap oleh indera. Perhatikan beberapa macam zat pencemaran dan akibatnya pada tabel di bawah ini.

PENCEMARAN	SUMBER	STANDAR KESEHATAN
Karbon monoksida (Co)	Buangan kend. bermotor, beberapa proses industri	10 mg/m <sup>3</sup> (9 ppm) = 8 jam 40 mg/m <sup>3</sup> (35 ppm) = 1 jam
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	Panas dan fasilitas pembangkit listrik yg menggunakan minyak & batubara yg mengandung sulfur, pabrik asam sulfat	80 µg/m <sup>3</sup> (0,03 ppm) = 1 thn 365 µg/m <sup>3</sup> (0,14 ppm) = 24 jam
Partikulat	Buangan kend. bermotor, Beberapa proses industri, Buangan pengabuan, Panas dan pemb. tng listrik, Reaksi <sup>2</sup> polusi gas di atmosfer	50 µg/m <sup>3</sup> = 1 thn 150 µg/m <sup>3</sup> = 24 jam Terdiri dr: karbon, nitrat, sulfat dan unsur metal spt: timah hitam, tembaga, besi dan seng
Timah hitam (Pb)	Buangan kend. bermotor Peleburan timbal, pabrik accu	1,5 µg/m <sup>3</sup> = 3 bulan
Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	Buangan kend. bermotor Panas dan fasilitas pembangkit listrik, Asam nitrit, bahan peledak, pabrik pupuk	100 µg/m <sup>3</sup> (0,05 ppm) = 1 thn. Bereaksi thd hidrokarbon dan sinar mthr membentuk oksidan fotokimia
Ozon (O <sub>3</sub> )	Terbtk di atmosfer akibat reaksi nitrogen oksida, hidrokarbon & sinar mthr	235 µg/m <sup>3</sup> (0,12 ppm) = 1 jam

Beberapa contoh kejadian berikut ini merupakan dampak yang dapat timbul akibat adanya polusi udara adalah sebagai berikut.

### 1) Hujan Asam (*Acid Rain*)

pH (derajat keasaman) normal air hujan adalah 5,6 bersifat sedikit asam, hal ini karena adanya CO<sub>2</sub> di atmosfer. Pencemar udara seperti SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> yang terkandung dalam asap pabrik maupun kendaraan bermotor, bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Semakin rendah pH suatu cairan maka sifat asam semakin tinggi. Apabila asam terkondensasi (menjadi embun) di udara dan kemudian jatuh bersama air hujan terjadilah apa yang disebut hujan asam.

Beberapa efek hujan asam adalah sebagai berikut.

- melarutkan kalsium, potasium, dan nutrien berharga dari tanah
- sehingga tanah menjadi kurang subur;
- melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas air permukaan;
- menghancurkan jaringan tumbuhan dan mengganggu pertumbuhan sehingga merusak tanaman;
- hujan asam yang jatuh ke danau melalui aliran menyebabkan pH turun pada ekosistem tersebut;
- bersifat korosif sehingga merusak material dan bangunan

### 2) Efek Rumah Kaca (*Green House Effect*)

Atmosfer adalah lapisan gas atau campuran gas yang menyelimuti dan terikat pada bumi oleh gaya gravitasi bumi. Gas-gas atmosfer yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca disebut gas rumah kaca. Gas-gas tersebut adalah uap air (H<sub>2</sub>O), karbon dioksida

(CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O), dan yang lainnya. Tahukah kamu, bagaimanakah terjadinya efek rumah kaca?

Efek rumah kaca terjadi karena meningkatnya karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) hasil proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) oleh industri, transportasi, dan dapat pula disebabkan oleh kebakaran hutan yang sering terjadi.

Meningkatnya CO<sub>2</sub> di udara yang berkumpul di lapisan atmosfer bumi membentuk semacam "perisai". Hal ini menyebabkan panas yang keluar dari lapisan atmosfer, akan dipantulkan lagi ke bumi. Lapisan CO<sub>2</sub> berfungsi sebagai reflektor terhadap panas dari bumi. Panas dari bumi yang dipantulkan lagi ke bumi ini akan menaikkan suhu bumi, akibatnya bumi makin panas (*global warming*). Pengaruh lapisan CO<sub>2</sub> terhadap kenaikan suhu bumi ini disebut efek rumah kaca.

### 3) Penipisan Lapisan Ozon (O<sub>3</sub>)

Ozon adalah gas yang molekulnya terdiri dari tiga atom, kebanyakan terdapat di lapisan stratosfer (ketinggian 20—35 km di atas permukaan bumi). Bagian paling atas dari stratosfer, terdapat ozon terkonsentrasi sebagai suatu lapisan. Lapisan ozon terbentuk dari interaksi antara radiasi ultraviolet dengan oksigen yang terdapat di stratosfer, merupakan pelindung alami bumi yang berfungsi memfilter radiasi ultraviolet B dari matahari.

Menurut para ahli, kerusakan lapisan ozon disebabkan oleh lepasnya sejumlah zat kimia buatan dari permukaan bumi sampai ke lapisan ozon. Di antara bahan kimia buatan tersebut adalah senyawa klorofluorokarbon (CFC) yang mempunyai nama dagang freon.

Selama berada di atmosfer CFC bersifat stabil, tidak terurai, dan dapat bertahan cukup lama. Namun setelah terkena radiasi ultraviolet pada ketinggian lapisan ozon, molekul CFC akan melepaskan atom klorin. Atom yang dilepaskan ini akan mengikat satu atom O sehingga molekul ozon (O<sub>3</sub>) menghasilkan O<sub>2</sub>. Pada setiap atom Cl yang terbentuk diperkirakan dapat merusak 100.000 molekul ozon sebelum atom ini rusak karena reaksi lain. Dengan demikian, terjadilah pengurangan/perusakan lapisan ozon.

Dampak penipisan ozon bagi makhluk hidup dengan tidak tersaringnya sinar ultraviolet oleh lapisan ozon di antaranya mengakibatkan kanker kulit, lensa mata dapat lebih mudah terserang katarak, matinya fitoplankton sehingga keseimbangan terganggu. Dampak lainnya adalah bumi semakin panas, udara semakin kering, proses fotosintesis mengalami gangguan sehingga menurunkan hasil panen. Upaya memperlambat terjadinya pemanasan global dapat dilakukan dengan cara pengurangan pemakaian bahan bakar minyak atau batu bara, penghentian emisi CFC, dan penggunaan filter untuk menyaring CO<sub>2</sub> dari asap pembuangan pabrik.

## b. Pencemaran air

Air tampak keruh, bahkan ada yang hitam, bau tidak sedap, dan penuh kotoran. Apakah itu tanda pencemaran air? Tanda terjadinya gangguan kualitas air didasarkan pada pengamatan secara fisik, kimiawi, dan biologis.

- 1) Fisik, meliputi tingkat kejernihan (kekeruhan), perubahan suhu air, perubahan rasa, bau, dan warna air.
- 2) Kimiawi, mendasarkan pada zat kimia logam maupun non logam yang terlarut dan perubahan pH.
- 3) Biologis, yaitu berdasarkan mikroorganisme yang ada di dalam air.

Air yang telah tercemar mengakibatkan air tidak dapat dimanfaatkan dan menjadi penyebab timbulnya penyakit. Secara garis besar dikenal dua tipe polutan yang masuk ke dalam perairan, yaitu:

- a) zat yang memperkaya perairan sehingga merangsang pertumbuhan mikroorganisme;
- b) materi-materi yang bersifat racun, sehingga membunuh organisme yang hidup dalam perairan.

Polutan yang memperkaya perairan umumnya berupa limbah organik termasuk sisa-sisa bahan makanan yang dibuang oleh manusia. Limbah yang terkandung dalam air tersebut dapat membusuk sehingga menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada air. Proses pembusukan limbah oleh dekomposer membutuhkan banyak oksigen, sehingga kadar oksigen dalam air yang diperlukan oleh makhluk hidup lainnya menjadi berkurang. Limbah organik yang mengalami penguraian melepaskan nitrat dan fosfat yang merangsang pertumbuhan mikroorganisme lain, seperti ganggang. Proses memperkaya air dengan zat makanan tersebut dinamakan *eutrofikasi*. Diantara mikroorganisme di dalam air ada kemungkinan ikut berkembangnya bakteri patogen yang dapat menimbulkan suatu penyakit.

Materi-materi yang bersifat racun umumnya dihasilkan industri kimia, seperti pestisida. Pemakaian pestisida yang berlebihan menimbulkan akumulasi pada tanah maupun bagian tubuh tanaman. Apabila terjadi hujan maka pestisida tersebut terbawa aliran air menuju ke sungai. Bahan pestisida di dalam air sulit untuk dipecahkan oleh mikroorganisme, bahkan berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Dalam pemakaian bahan insektisida seringkali dicampur dengan senyawa minyak bumi, sehingga air yang terkena bahan buangan pemberantas hama ini permukaannya tertutup lapisan minyak. Hal ini menyebabkan turunnya kandungan oksigen dalam air.

Dampak dari penggunaan pestisida jenis DDT (*Dichloro Diphenil Trichloroetan*) disebut *biological magnification* yaitu pelipatgandaan bahan pencemar oleh organisme yang tingkatannya lebih tinggi. Pelipatgandaan kandungan DDT di dalam tubuh organisme dapat terjadi karena organisme secara tetap mengkonsumsi DDT, dan terakumulasi di dalam tubuhnya sehingga makin lama konsentrasi DDT di dalam tubuh makin besar. Akumulasi DDT terbesar terdapat pada konsumen tingkat terakhir. Hal ini terjadi karena DDT tidak dapat dikeluarkan oleh tubuh tetapi tertimbun pada lapisan lemak.

Bagaimana bila ikan besar tersebut dimakan oleh manusia? Dapatkah pestisida terakumulasi dalam tubuh manusia? Tubuh manusia juga dapat mengakumulasi, namun karena bahan makanan manusia lebih bervariasi maka pelipatannya tidak seperti rantai makanan ikan tersebut. Manusia yang makan ikan yang tercemar DDT dapat mengalami keracunan, karena DDT ini sifatnya sukar terurai. Menurut penyelidikan, pengaruhnya terhadap tubuh manusia adalah tidak berfungsinya hati sebagai penyaring zat racun yang masuk dalam tubuh dan juga gangguan jaringan saraf dengan gejala kelelahan, kejang sampai timbul kelumpuhan.

### **c. Pencemaran Tanah**

Pencemaran tanah pada umumnya berasal dari pembuangan sampah yang mengandung bahan-bahan yang sukar terurai dalam tanah seperti plastik, kaca, dan kaleng. Hal tersebut mengakibatkan produktivitas tanah akan berkurang. Adapun bahan yang mudah terurai lebih menguntungkan karena setelah diuraikan oleh mikroorganisme menjadi bahan yang mudah menyatu dengan tanah tanpa menimbulkan pencemaran. Dampak langsung akibat limbah yang dirasakan manusia adalah timbulnya bau yang tidak sedap dan kotor. Dampak yang tidak langsung di antaranya tempat pembuangan limbah dapat menjadi tempat berkembangnya organisme penyebab penyakit seperti pes, kaki gajah, malaria, dan demam berdarah.

Bahan buangan anorganik yang sulit terurai biasanya dipisahkan untuk memudahkan proses daur ulang bahan buangan tersebut. Pemanfaatan kembali limbah tersebut memberi keuntungan bagi kehidupan manusia.

### **'c. Penanggulangan Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan**

Di dalam proses pembangunan muncul berbagai masalah lingkungan yang semakin kompleks. Beberapa usaha menanggulangi masalahmasalah lingkungan dapat dilakukan dengan beberapa cara.

- Melaksanakan program-program penyelamatan lingkungan hidup, antara lain usaha rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS), reboisasi lahan-lahan kritis, menjaga kelestarian hutan, perbaikan teknologi bercocok tanam.
- Membuat peraturan-peraturan, antara lain
  1. Undang-undang Republik Indonesia No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup
  2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
  3. Mengganti sumber bahan penyebab pencemaran, misalnya pemakaian bahan bakar minyak diganti dengan bahan bakar LNG (*Liquified Natural Gases*) yang menghasilkan gas buang yang lebih bersih
  4. Efisiensi dan efektivitas penggunaan pestisida, misalnya memberikan penjelasan tentang aturan-aturan penggunaan dan efek yang dapat ditimbulkannya.

## II. LATIHAN

### Petunjuk :

*Sebelum menjawab latihan di bawah ini, anda diharapkan telah membaca uraian materi yang telah disajikan diatas. Kemudian jawablah pertanyaan pada latihan di bawah ini dengan jelas dan benar.*

### Jawablah latihan soal di bawah ini sesuai petunjuk!

1. Apa yang terjadi pada konsumen (herbivora dan karnivora) jika produsen bertambah?
2. Apa yang terjadi pada konsumen (herbivora dan karnivora) jika produsen berkurang?
3. Apa yang terjadi pada jumlah produsen dan karnivora jika populasi herbivora bertambah?
4. Apa yang terjadi pada jumlah produsen dan karnivora jika populasi herbivora berkurang?
5. Apakah yang dimaksud ekosistem?
6. Sebutkanlah dua komponen penyusun ekosistem beserta contohnya.
7. Apakah perbedaan individu, populasi, dan komunitas?
8. Organisme yang terdapat di dalam suatu komunitas saling berhubungan.
9. Hubungan antarorganisme ini dapat mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme yang membentuk komunitas tersebut. Bagaimana sifat hubungan antarorganisme ini dan apa pengaruhnya?
10. Sebutkan pola-pola interaksi yang terjadi pada suatu ekosistem beserta contohnya masing-masing.
11. Apakah akibat penambahan populasi penduduk terhadap kelestarian lingkungan?
12. Sebutkan macam-macam pencemaran lingkungan beserta dampaknya bagi kehidupan manusia dan lingkungan itu sendiri.

## III. RANGKUMAN

- Ekosistem terdiri dari komponen abiotik dan komponen biotik, yaitu produsen, konsumen, dan pengurai.
- Individu merupakan makhluk hidup tunggal. Sejumlah individu sejenis yang hidup bersama di suatu tempat tertentu membentuk populasi.
- Populasi-populasi yang berbeda hidup bersama pada suatu tempat tertentu disebut komunitas. Ekosistem merupakan kesatuan dari suatu komunitas dengan lingkungannya, di dalam kesatuan tersebut terjadi suatu interaksi.
- Pada rantai makanan terjadi perpindahan zat makanan dari sumbernya, yaitu tumbuhan melalui sederetan makhluk hidup tertentu dengan cara makan dan dimakan.
- Kumpulan dari beberapa rantai makanan akan membentuk jaring-jaring makanan.
- Produsen menempati tingkat tropik pertama, herbivora pada tingkat kedua, sedangkan karnivora pada tingkat ketiga, dan seterusnya.
- Pada piramida jumlah produsen menempati dasar piramida.
- Bentuk interaksi pada organisme di antaranya simbiosis dan protokeoperasi.
- Macam-macam simbiosis pada organisme meliputi mutualisme, komensalisme, dan parasitisme.
- Kepadatan populasi manusia menurunkan kualitas lingkungan.

- Dampak kepadatan populasi manusia di antaranya adalah timbulnya pencemaran air, tanah, dan udara, serta rusaknya lingkungan.
- Daur biogeokimia meliputi daur nitrogen (N), fosfor (P), karbon (C) dan oksigen (O), belerang (S) dan daur air (H<sub>2</sub>O). Tiap komponen dalam ekosistem memiliki peranan yang khas dan terkait satu sama lain.

#### IV. TES FORMATIF

**Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang anda anggap paling benar!**

1. Suatu bahan dikatakan sebagai polutan jika memenuhi syarat berikut, kecuali ...
  - a. kadarnya melebihi batas
  - b. berada pada waktu yang tidak tepat
  - c. berada di tempat yang tidak semestinya
  - d. bersifat toksik
  
2. Pemakaian CFC pada mesin pendingin ruangan, AC, kulkas sebaiknya dipertimbangkan lagi untuk dicarikan alternatif pengganti yang lebih ramah lingkungan. Efek penggunaan CFC terhadap lingkungan adalah ....
  - a. terjadi hujan asam
  - b. efek rumah kaca
  - c. pemanasan global
  - d. eutrofikasi
  
3. Penanganan limbah dari kertas, sampah dedaunan, kotoran ternak yang paling tepat adalah ....
  - a. *reuse*
  - b. *repair*
  - c. *recycle*
  - d. *recovery*
  
4. Interaksi antarkesatuan berbagai komunitas dengan lingkungan disebut ....
  - a. individu
  - b. populasi
  - c. komunitas
  - d. ekosistem
  
5. Bakteri saprofit merupakan organisme yang dapat mengubah senyawa organik menjadi senyawa anorganik. Kedudukan bakteri tersebut sebagai komponen ....
  - a. produsen
  - b. konsumen
  - c. dekomposer
  - d. predator
  
6. Pernyataan yang benar adalah ....
  - a. setiap organisme hanya memiliki satu interaksi dengan organisme lain dalam satu lingkungan
  - b. semua tumbuhan merupakan produsen karena semua tumbuhan dapat melakukan proses fotosintesis
  - c. herbivora tidak pernah menjadi predator bagi hewan lainnya
  - d. pada ekosistem buatan tidak terjadi rantai makanan
  
7. Hujan asam dapat terjadi sebagai akibat pembuangan limbah asap dari pabrik maupun kendaraan yang mengandung ....
  - a. oksigen
  - b. sulfur oksida
  - c. karbon dioksida
  - d. karbon monoksida

8. Kelompok jagung yang tumbuh dalam sebidang tanah berdasarkan konsep ekologi merupakan ....
- a. spesies  
b. komunitas  
c. populasi  
d. ekosistem
9. Interaksi kompetisi terjadi karena alasan berikut, *kecuali* ....
- a. berebut habitat  
b. berebut pasangan  
c. berebut teritorial  
d. berebut musuh
10. Pada ekosistem air zooplankton merupakan ....
- a. produsen  
b. konsumen tingkat II  
c. konsumen tingkat I  
d. konsumen tingkat III

#### V. Umpan Balik dan tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban tes formatif 1 yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar dengan rumus sebagai berikut :

**Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : 10 ) x 100 %**

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 - 100%
Baik	=	80 - 89%
Cukup	=	70 - 78%
Kurang	=	0 - 69%

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 805 ke atas, Selamat anda telah mencapai indikator pembelajaran yang diharapkan. Namun bila pencapaian yang ada dapatkan masih kurang, anda harus mengulangi kegiatan belajar 1 terutama pada bagian yang belum ada kuasai.

#### VI. Daftar Pustaka

- Al Fajar, dkk. 2013. Studi Kesesuaian Jenis untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrovedi Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. <http://118.97.35.230/lemlit/jtt/334.pdf>
- Harminto, S. 2017. *Biologi Umum*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- <http://www.soluspintar.net/bahan-ajar/tumbuhan-hijau-2/>
- [http://file.upi.edu/Direktori/DUAL-MODES/PENDIDIKAN\\_LINGKUNGAN\\_UNTUK\\_SD/BBM\\_2.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/DUAL-MODES/PENDIDIKAN_LINGKUNGAN_UNTUK_SD/BBM_2.pdf)
- Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SD. Jakarta : Depdiknas.
- Nio Song Ai, dkk. 2011. *Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman*. Jurnal Ilmiah Sains. Vom 11, No.2. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JIS/article/view/202>

- Purnomo, dkk. 2009. *Biologi Kelas XI*. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Puspita,.Diana, dkk. 2009. *Alam Sekitar IPA Terpadu Kelas VII*. BSE. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Rumanta, M. 2009. *Praktikum IPA di SD*. Jakarta : Universitas Terbuka
- Sembiring. Langkah, Sudjino. 2009. *Biologi. Kelas XII*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Subardi, dkk. 2009. *Biologi untuk Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Usman Samatowa,. 2011. *Pembelajaran IPA di SD*. Jakarta : Indeks
- Widodo,A. dkk. 2006. *Pendidikan IPA di SD*. Bandung : UPI Press
- Winarsih, dkk. 2008. *IPA Terpadu untuk Kelas Menengah*, Depdikbud.
- Zuliani,R, dkk. 2014. *Konsep Dasar IPA I*. PGSD, Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Buku Biologi SD, SMP, SMA (yang relevan)

## VII. Lampiran

### Kunci Jawaban Tes Formatif

1.	B	6.	B
2.	C	7.	B
3.	C	8.	C
4.	D	9.	D
5.	C	10	B