

Figure 50.2 Sample questions at different levels of ecology

Figure 50.25c Deserts

Figure 50.25d Chaparral

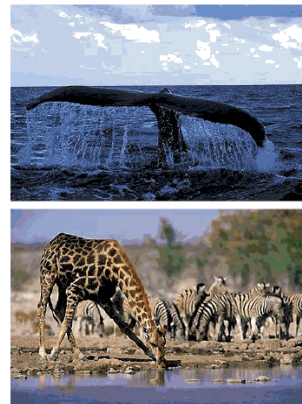


Figure 50.25a Tropical forests

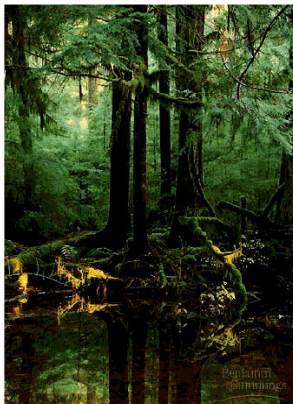


Figure 50.x1 Patterns of distribution in the biosphere



Figure 50.25e Temperate grassland



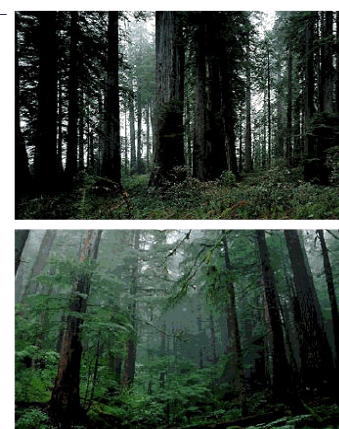
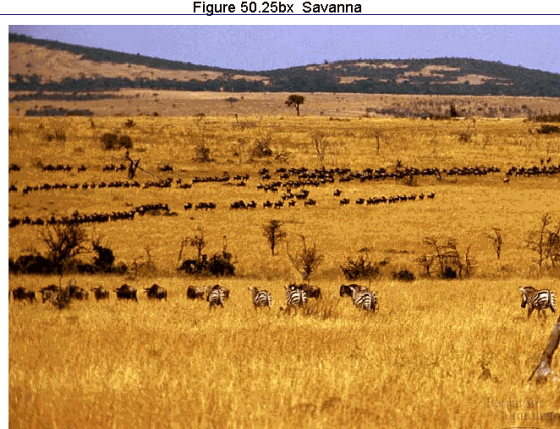
Figure 50.25b Savanna



Figure 50.25bx Savanna



Figure 20.25g Coniferous forests



Pembentukan Biosfer

Hipotesis kejadian bumi

1. Kabut dari Kant (Jerman 1755) dan Laplace (Prancis 1796).

Kant: Asal segalanya dari bermacam gas yang tarik menarik membentuk kabut besar. Benturan diantaranya menimbulkan panas, menyebabkan gas tersebut berpijar; ini adalah asal dari matahari. Benda berpijar ini berputar kencang dengan kecepatan linier paling besar sehingga terlepaslah fragmen-fragmen. Fragmen pijar tersebut melepaskan panas dan mengembun. Kemudian cair dan makin padat, inilah yang menjadi planet termasuk bumi.

Laplace: kabut asal tersebut telah berputar dan berpijar. Penumpukan awan menumpuk di khatulistiwa, jika massa ini mendingin maka terlepaslah sedikit material dari induknya. Fragmen menjadi dingin dan mengembun, berputar mengelilingi induknya kemudian menyusul terlepasnya fragmen yang kedua, ketiga dst. Delapan planet yang ada saat ini terjadi dengan cara yang sama. Induknya adalah matahari. Massa asal matahari itu disebut nebula, sehingga disebut Hipotesis Nebula Kant Laplace.

2. Hipotesis Planetesimal (Chamberlain dan Moulton; geolog dan astronom 100 th setelah Kant dan Laplace).

Bakal matahari didekati oleh suatu bintang besar yang sedang beredar, maka terjadi tarik menarik. Peledakan matahari melepaskan sebagian materialnya dan tertarik oleh adanya bintang yang mendekat tersebut. Material matahari tersebut akan sedikit menjauh dan kemudian mendingin sementara bintang besar terus berlalu. Selanjutnya terjadi pengembunan dan terbentuk delapan planet planetoida.

3. Hipotesis pasang surut gas atau Teori Tidal (James dan Jeffries 1930).

Adanya bintang besar yang dekat, seperti bulan dan bumi, yaitu bulan menyebabkan pasang surut lautan. Bulan tidak cukup kuat menarik air di bumi menjulur jauh. Akan tetapi matahari yang didekati bintang besar itu menjauh, lidah api matahari putus dari induknya; pecah berkeping-keping seraya mengembun dan membentuk menjadi planet. o

Untuk menaksir usia bumi ada beberapa teori yang diajukan, antara lain:

- 1) Teori sedimen. Usia bumi dapat diperhitungkan dari lapisan sedimen yang membentuk batuan. Dengan mengetahui ketebalan lapisan sedimen rata-rata yang terbentuk setiap tahunnya maka dapat dihitung umur lapisan kerak yang tertua di dalam bumi. Berdasarkan perhitungan ini diperkirakan usia bumi sekitar 500 juta tahun
- 2) Teori kadar garam. Dengan mengukur kadar garam air laut. Air laut yang mulanya tawar, dg adanya sirkulasi air di dalam bumi yang bersentuhan dengan tanah mengandung mineral mengalir dari darat ke laut membawa garam mineral. Hal berlangsung terus menerus karena siklus air. Dengan kenaikan kadar garam laut dari tahun ke tahun diketahui usia bumi 1000 juta tahun.

- 3) Teori termal. Menduga usia bumi dari suhu bumi. Diduga bumi mulanya adalah batuan panas yang lambat laun mendingin. Dengan mengetahui massa dan suhu bumi saat ini ilmuwan Inggris Elfin memperkirakan perubahan suhu bumi dari batuan pijar yang kemudian mendingin dan memerlukan waktu 20.000 juta tahun.
- 4) Teori radioaktivitas. Dengan menghitung waktu paruh dalam peluruhan zat radioaktif. Waktu paruh adalah waktu yang dibutuhkan untuk meluruhkannya suatu zat radioaktif menjadi setengahnya. Berdasarkan perhitungan tersebut usia bumi diperkirakan terbentuk 5-7 juta tahun lalu.

Struktur Bumi

- Gas yg terpisah dr matahari berputar terus, lama kelamaan mendingin pada bagian luarnya dan menjadi berlapis.
- Pada bagian luar dingin dan masih panas pada bagian dalamnya. (hipotesis Kant-Laplace).
- Dekat permukaan disebut kerak.
- Diameter khatulistiwa/equatorial = 12.762 km; D kutub = 12.306 km.
- BJ bumi 5,5; berat bumi = $6,6 \times 10^{21}$ ton.
- Kedalaman yang mampu dibor 5000 m; jari2 = 6.000.000 m.
- Kerak ada dekat dengan inti bumi dan ada yang jauh.
- Pada g. merapi daerah kerak bumi dekat dengan inti bumi.
- Pergeseran beberapalempeng kerak bumi terjadi karena rotasi bumi dapat menimbulkan gempa.

Struktur Interior Bumi

- **Kerak Bumi (crust)**; kedalaman antara 10-65 km; 25% dari volume bumi dan 1% dari massa bumi; tdd delapan unsur utama: Oksigen (40,6%), Silikon (27,7%), Aluminium (8,1%), Besi (5%), Calcium (3,6%), Natrium (2,8%), Kalium (2,6%), Magnesium (2,1%) dll (1,5%). Kerak bumi dikategorikan menjadi 2: Kerak benua dan Kerak Samudra.
- **Mantel Bumi (mantel)**; sampai kedalaman 2900 km, merupakan 82% volume bumi dan 86% dari massa bumi. Tdd: mantel atas, zona transisi, dan mantel bawah. Komponen utama adalah besi, oksigen, silikon dan magnesium.
- **Inti Bumi (core)**; dibawah mantel hingga kedalaman 6370 km. inti bumi terdiri atas inti luar yang cair dan inti dalam bumi yang bersifat padat. Inti bumi adalah 31% dari massa dan 16% dari volume bumi. Komponen utama pembentuknya adalah Besi dan sedikit Nikel. Temperatur inti luar bumi diperkirakan mencapai 3700-4300° C.

- **Pembagian lapisan bumi didasarkan atas sifat2 deformasi dari material pembentuk bumi:**
 - **Lithodfera: kedalaman 50 – 200 km**
 - **Astenosfera: dibawah litosfera sampai 700 km**
 - **Mesosfera: sampai kedalaman 2900 km**
 - **Inti luar: sampai kedalaman 5200 km**
 - **Inti dalam: sampai kedalaman 6370 km**

Dinamika Bumi

- Interior bumi tidaklah dalam kondisi yang statis, melainkan memiliki dinamika yang efeknya terefleksi dipermukaan bumi dalam bentuk2 pelipatan2 batuan, gunung, lembah, palung dan relief2 lain yang terlihat dipermukaan bumi.
- Kerak bumi td atas lempeng2 yg bergerak relatif satu terhadap yang lain dengan kecepatan dan arah yang berbeda2.
- Teori yang menerangkan gejala di atas disebut sebagai Teori Lempeng (*Plate Tectonics Theory*). Teori ini didasarkan Teori Pengapungan Benua (*Continental Drift Theory*) yang dikemukakan oleh Alfred Wagener (1915) dan hipotesis yang disampaikan oleh Hetz dan Dietz (1962).
- Teori Pengapungan Benua muncul diilhami oleh bentuk pantai timur benua Amerika Selatan dan pantai barat Benua Afrika yang kalau dipertemukan atai ditempelkan akan membentuk satu kesatuan yang mengilustrasikan bahwa kedua benua tersebut dulunya pernah menyatu.

Hipotesis terjadinya Bumi

- Teori tektonika lempengan (1960); bumi kita terbentuk sekitar 4,6 milyar tahun lalu bersamaan dengan terbentuknya satu sistem tata surya yang dinamakan keluarga matahari.
- Tektonika adalah istilah geologi bagi setiap proses pembentukan corak topografi yang besar di bumi.
- Teori kabut (nebula), menceritakan kejadian bumi dalam 3 tahap:
 1. Matahari dan planet2 lainnya masih berbentuk gas, kabut yang begtu pekat dan besar
 2. Kabut tersebut berputar dan berpilin dengan kuat, pemadatan berlangsung dibagian tengah dan terbentuklah matahari. Pada saat yang bersamaan materi lain terbentuk menjadi massa yang lebih kecil dari matahari yang disebut planet mengelilingi matahari
 3. Materi2 tersebut tumbuh makin besar dan terus melakukan gerakan secara teratur mengelilingi matahari dalam satu orbit yang tetap dan membentuk susunan keluarga matahari.

Hipotesis terjadinya Bumi (lanjutan....)

- Teori Pengapungan Benua: sekitar 200 juta tahun yang lalu di permukaan bumi ini hanya ada satu benua yang besar yang disebut Pangea. Seiring perjalanan waktu benua tersebut mengalami evolusi dan pecah menjadi beberapa bagian dan masing2 bergerak dengan arah dan kecepatan berbeda2. pergerakan tersebut berlanjut hingga saat ini.
- Saat ini kita mengenal ada enam lempeng besar: **Eurasia, pasifik, Amerika, Indo-Australia, Afrika** dan **Antartika** dan beberapa lempeng kecil seperti **Pilipina, Cocos** dan **Nasca**.
- Gerakan lempeng2 di atas disebabkan oleh daya dorong berasal dari arus konveksi material yang mengalir di dalam mantel bumi.

Fenomena pada Daerah Batas Lempeng

- Zona konvergen: Arah gerak lempeng2 saling bertemu. Zona divergen: Arah gerak lempeng2 saling menjauh.
- Zona sesar geser (*transform fault zone*): arah gerak saling bergeser.
- Daerah pertemuan antar lempeng adalah merupakan daerah tektonik yang sangat aktif yang dicirikan adanya aktivitas gempa.
- Bila lempeng dengan densitas lebih besar (lempeng samudra) bertemu dengan lempeng densitas lebih kecil (lempeng benua), maka lempeng dengan densitas yang lebih besar akan menghunjam ke dalam lempeng dengan densitas lebih kecil. Zona2 demikian dicirikan adanya pakung2 samudra (ocean trench).
- Contoh: zona subdiksi Sunda, dimana lempeng indo-Australia menghunjam di bawah lempeng Eurasia di kepulauan Indonesia sepanjang palung Sunda. Ciri lain zona subdiksi adalah ditemuinya gempa tektonik dan aktivitas gunung berapi.
- Pada kasus pertemuan dua lempeng dengan hampir sama yang terjadi adalah peristiwa tumbukan yang menyebabkan pembumbungan lempeng ke atas disertai pelipatan2 dan bukan peristiwa penghunjaman yang terjadi. Contoh pertumbukan lempeng anak benua India dengan lempeng Eurasia yang membentuk peg. Himalaya.

Fenomena pada Daerah Batas Lempeng (lanjutan...)

- Pada zona divergen, dimana lempeng berbatasan saling menjauh, akan terbentuk material² baru yg berasal dr arus konveksi mantel di bawah lempeng. Material² baru tsb membentuk punggung tengah samudra (Mid Oceanic Ridge) berupa pegunungan di dasar laut. Contoh, *Mid Atlantic Ridge*, yg membatasi lempeng Amerika Selatan dengan lempeng Nasca.

- Seismologi: ilmu yang mempelajari gempa, dengan alat seismograf dapat diteliti lapisan bumi secara tidak langsung. Prinsipnya adalah anggapan bahwa getaran yang merambat melalui kedalaman bumi, hasil grafnya tergantung pada material yang dilaluinya.
- Hasil penelitian ini membuktikan bahwa bagian dalam bumi tidak homogen, tetapi terdapat lapisan-lapisan.
- Lapisan gas yang menyelimuti permukaan bumi disebut dengan.....
- Bagian permukaan bumi yang berair disebut dengan.....dan bagian kerak bumi yang disebut lithosfer, dan bagian inti bumi disebut.....

1. Lithosfer dan Centrosfer

Suess dan Wiechert (1919), membagi lapisan bumi sbb:

- a. Kerak bumi (30-70 km), tdd batuan basal dan asam dengan massa jenis 2,7, mengandung silikon dan aluminium. Tdp endapan organik spt batubara, minyak bumi dan kapur. Batubara terbentuk pada zaman karbon, daerah ini disebut facies rawa, kapur terjadi di pantai tropis 150 tahun lalu (facies neuritis), sedangkan daerah minyak disebut facies lautan. Batuan porselen berasal dari cangkang diatom (ganggang kersik) terdapat pada kulit bumi yang sudah stabil misalnya daratan cina, eropa dan Amerika yang banyak mengandung kersik. Tanah vulkanik kaya akan besi berwarna merah bila dibakar tetap merah menjadi tembikar.

- b. Selubung bumi (sisik silikat): tebal 2200 km, massa jenis 3,6-4; bersama dengan kerak bumi disebut litosfera
- c. Lapisan chalkosfera: tebal 1700 km, tdd oksida besi dan sulfida besi.
- d. Inti bumi, merupakan bola dengan jari-jari 3500 km massa jenis 9,6 tdd besi dan nikel.

“Kuhn & Pitman (1940): bumi berasal dr matahari, maka inti bumi seharusnya seperti material matahari yaitu terdiri dari hidrogen; karena tekanan yang sangat besar dalam inti bumi maka atom hidrogen bersifat padat”.

Pendapat lain oleh Holmes (1936) tentang kerak bumi, antara lain:

- a) Magma granit: bagian atas tebal 15 km, masa jenis 2,7
- b) Magma basal: lapisan tengah 25 km, massa jenis 3,5.
- c) Magma peridotit dan eklogit: bagian bawah setebal 20 km, massa jenis 3,5.

- Wiechert (1910): litosfer tdd silikat dan Aluminium (Si dan Al) pada kontinental. Tdd Si dan Mg pada lautan, di dasar pasifik unsur tersebut berbentuk kristal, sedangkan dibawahnya berbentuk amorf.
- Wagner (1930), mengajukan hipotesis kontinental drift (pergeseran benua): permukaan bumi tdd bberapa lempengan besar beukuran benua yang masing-masing terdiri dari bagian ozenia dan kontinental yang bergerak satu terhadp yang lain. Tebal lempengan bumi adalah 80 km. Kecepatan relatif gerak lempeng berkisar antara 1-13 cm/tahun.

Kandungan litosfer

No	Unsur	% berat
1	O ₂	44,7
2	Si	27,7
3	Al	8,1
4	Fe	5
5	Ca	3,6
6	Na	2,8
7	Mg	2,1
8	Ti	0,6
9	H ₂	0,1
10	lainnya	0,7

Bdsk cara terjadinya, jenis batuan pada litosfer:

- Batuan beku: langsung dari pembekuan magma, mis. Batuan andesit untuk pengerasan jalan.
- Batuan sedimen: pengendapan bahan organik spt tumbuh2 an, mis. Batuan kapur
- Batuan metamorf: perubahan batuan beku karena perubahan temperatur atau tekanan, mis. Batubara, marmer.

TERIMA KASIH

405 KUK
CANNING

ATMOSFER

(Lapisan udara yang menyelaputi bumi (Tebal: 100 km))



- **Komposisi dan struktur atmosfer:**
 - Udara kering yaitu campuran gas-gas: N₂ 78,085%; O₂ 20,95%, Ar 0,93%, CO₂ 0,033% volume.
 - Air dalam tiga dasa: cair, uap dan es
 - Aeroid yaitu partikel yang mengapung di udara.

Lapisan Atmosfer

1. Troposfer. batas anantara lapisan udara tidak sama di semua tempat, di katulistiwa batas tersebut kadang mencapai 16 km. hampir seluruh uap air dalam atmosfer terdapat pada lapisan ini. Lapisan ini sangat terkait dengan hujan, salju, badai serta angin. Jalur penerbangan juga terdapat pada lapisan ini. Semakin tinggi dari permukaan bumi suhu semakin menurun, dan berat jenis udara juga semakin kecil.

Susunan gas pada troposfer seragam karena adanya angin vertikal maupun horizontal. Susunan gas dalam troposfer:

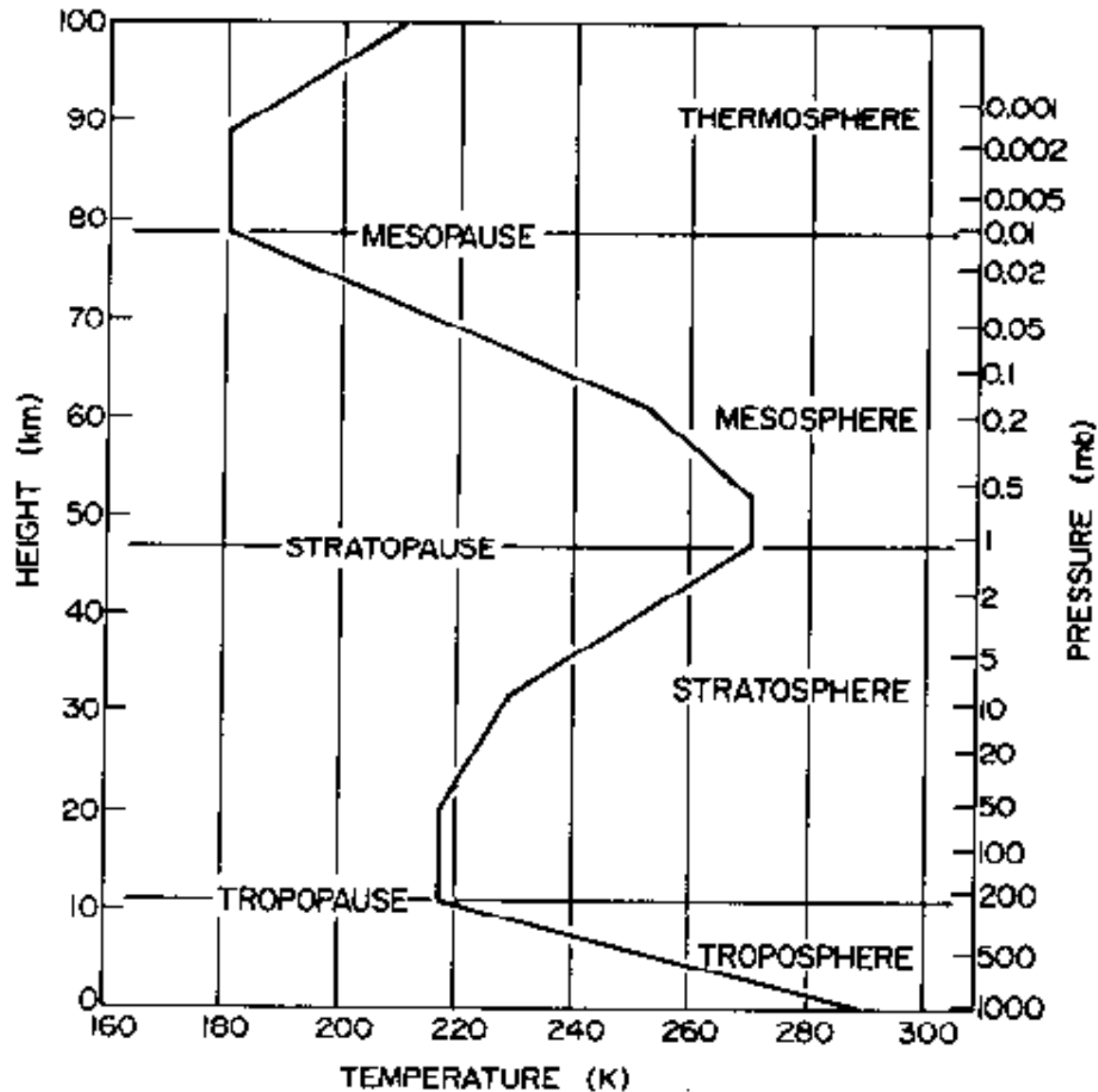
- N₂ 78%
- O₂ 1%
- CO₂ 0,0%
- O₃, Ar, He, dll

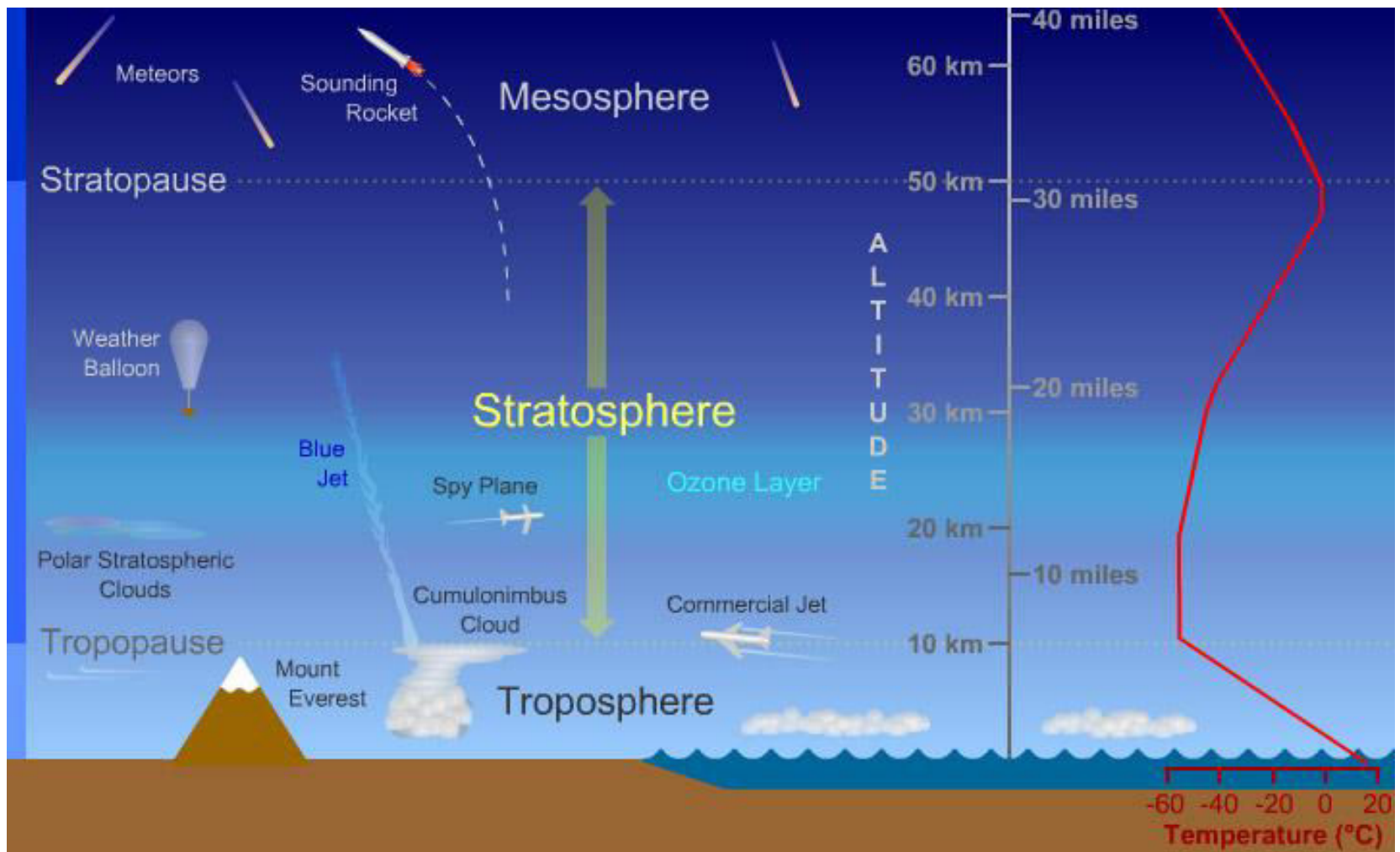
2. Stratosfer. Susunan gas homogen. Terdapat lapisan udara dengan bj berbeda. Bj udara yang besar terdapat di dekat dengan troposfer. Semakin tinggi, bj semakin kecil. Terdapat juga uap air, debu dari bumi dan dari angkasa luar yaitu meteor.

Berfungsi sebagai kondensator, yaitu mengkondensasi uap air menjadi titik air berupa awan. Terdapat di 16-80 km dari permukaan bumi. Suhu rata-rata -35°C . Kadar oksigen lebih kecil dibandingkan troposfer. Banyak ditemukan ozon (O_3) yang melindungi bumi dari sinar UV matahari yang dapat mengganggu kehidupan di bumi.

3. Ionosfer. Tekanan udara sangat rendah karena berada di atas 80 km dari permukaan bumi. Tekanan rendah tersebut membuat semua partikel menjadi ion-ion. Sehingga lapisan ini sangat berperan dalam komunikasi radio karena lapisan ini mampu memantulkan gelombang radio.

Zona atmosfer bumi berdasarkan profil temperatur





Badai Guruh.

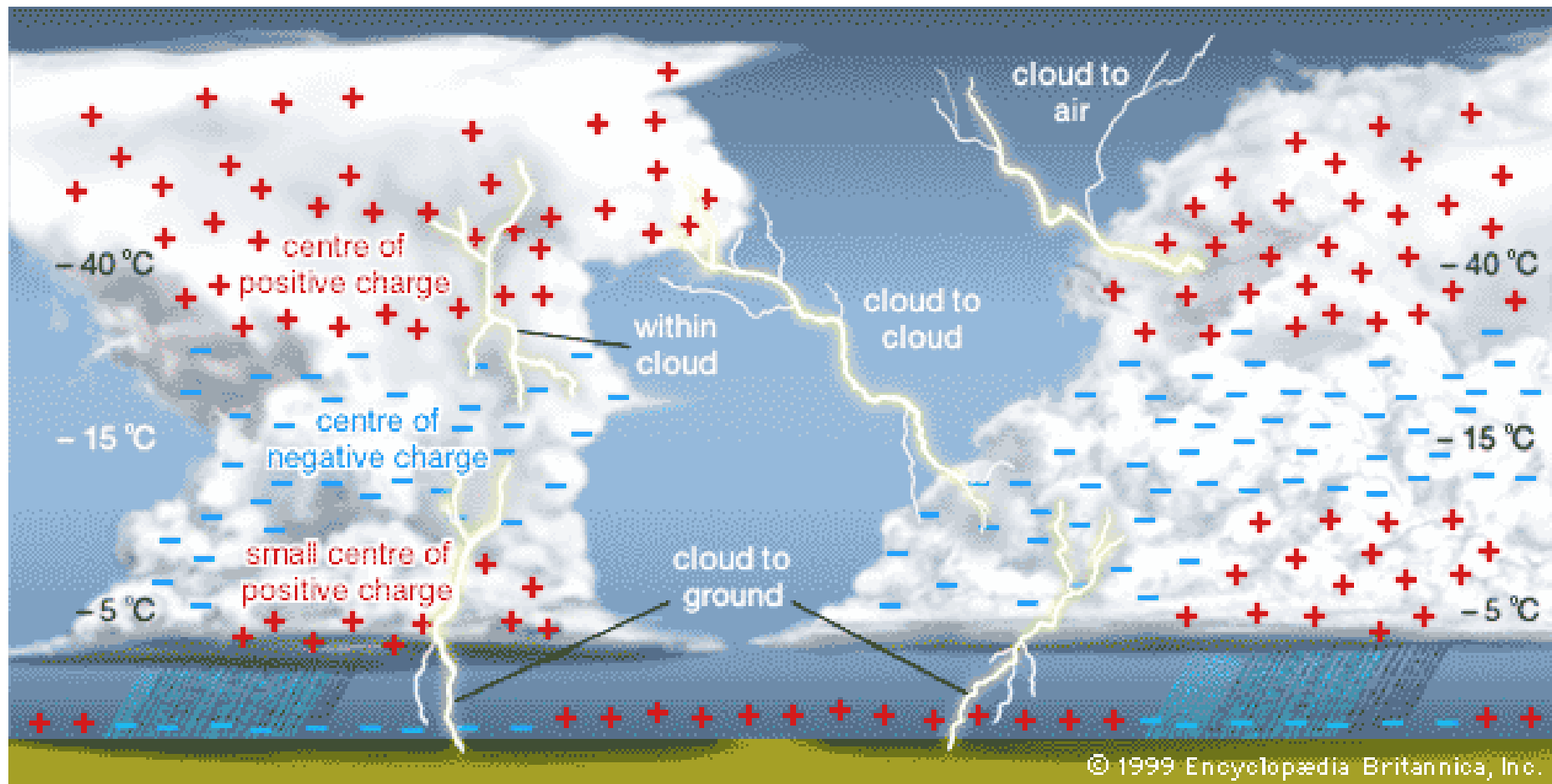
- Awan menurut metode formasinya:
 1. Awan stratiform; mempunyai arus udara vertikal lemah dalam area yang luas.
 2. Cumuliform; arus udara vertikalnya kuat terjadi dalam area yang tidak luas. Awan ini dapat tumbuh menjadi awan guruh.
- Fase pertumbuhan awan guruh:
 - a. Tingkat cumulus, ditandai oleh arus udara ke atas. Terjadi proses pertumbuhan tetes hujan melalui tumbukan – tangkapan dan melalui kristal es jika terbentuk kristal es. Jika awan cumulus menjadi cumulus congestus maka terjadi proses elektrifikasi awan.
 - b. Tingkat dewasa, ditandai oleh kebengisan awan. Terjadi peristiwa hujan lebat, turbulen kuat, guruh dan kilat, serta batu es (hail). Pada fasa ini terjadi arus udara ke bawah yang menghasilkan presipitasi dan arus udara ke atas yang memasukkan bahan bakar awan yaitu uap air.
 - c. tingkat desipasi. Ditandai melemahnya badai guruh. Jika dalam awan lebih dari separuh dikuasai oleh arus udara ke bawah maka badai akan mati



Teori Polarisasi

(Elektrifikasi dalam awan guruh)

- Partikel awan & presipitasi (kristal es & tetes hujan) akan dipolarisasikan dengan adanya medan listrik cuaca cerah yang berarah ke bawah, sehingga *bagian bawah* partikel bermuatan *positif* dan *bagian atasnya* bermuatan *negatif*. Ketika partikel awan bergerak ke bawah, maka muatan negatif dialihkan kepada partikel presipitasi. Gerak ke bawah gravitasional dari partikel presipitasi bermuatan negatif dan gerak ke atas partikel awan bermuatan positif menyebabkan pertumbuhan dua pusat muatan utama yang memperkuat medan listrik bawah.
- Distribusi muatan dalam awan guruh secara rata2 di bagian atas bermuatan positif +24 C dan di bagian bawah bermuatan negatif -20 C tetapi masih di atas isotherm 0° C. Kejadian luah (*discharge*) listrik tinggi dalam waktu singkat disebut *kilat*. Karena terjadi pemanasan dan pemuaian udara sepanjang luah listrik maka terdengar gelombang suara sebagai guruh.

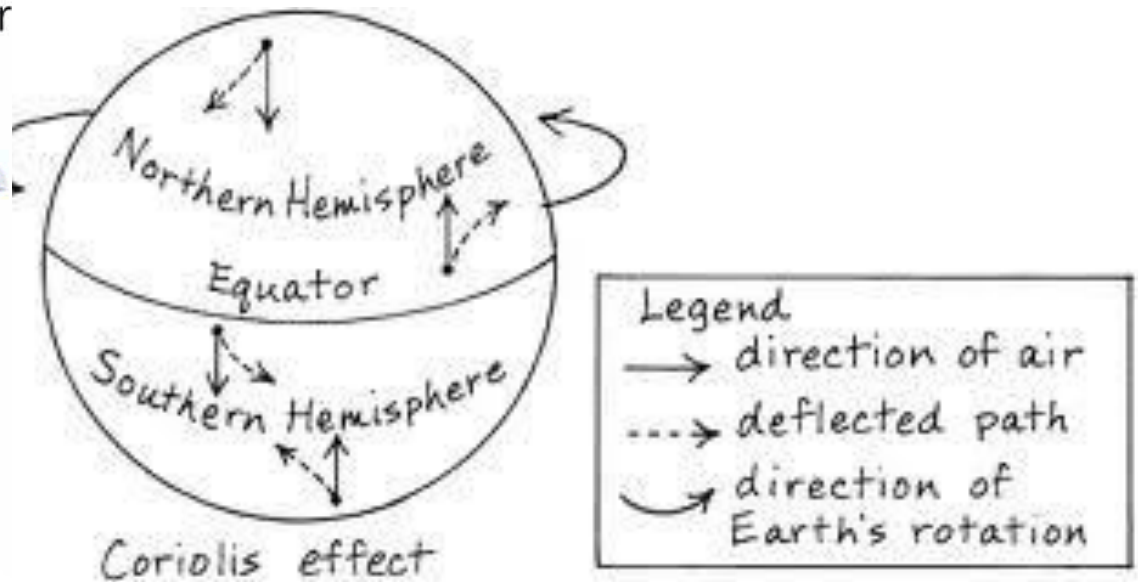
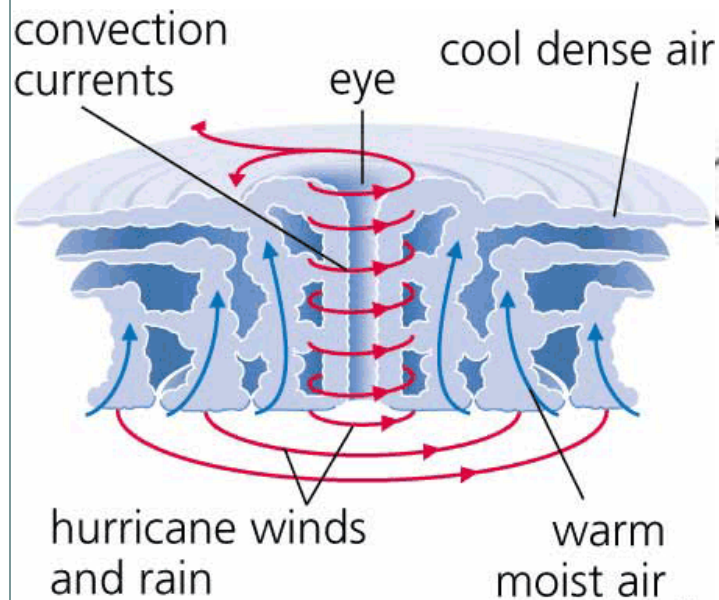
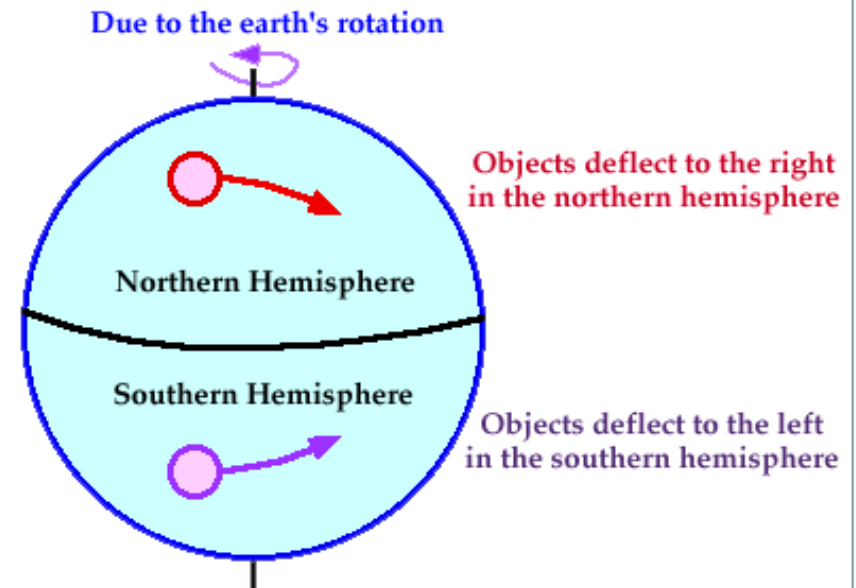
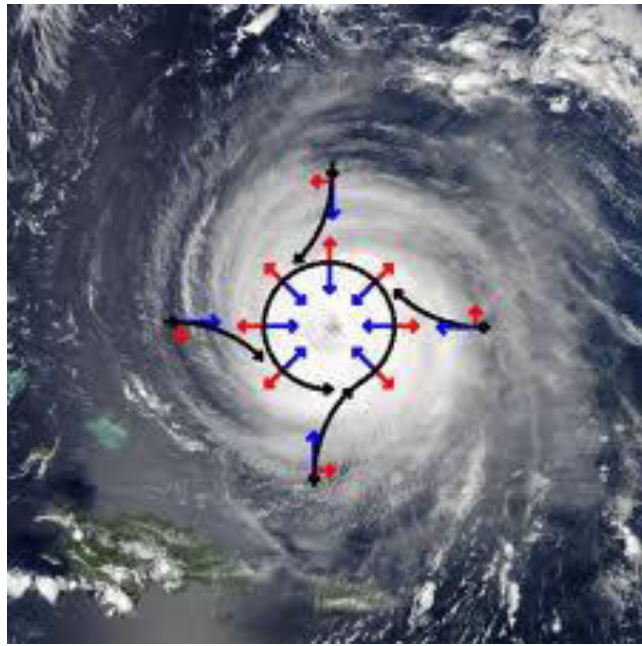


Siklon Tropis

- Bencana alam terdahsyat di dunia. Wilayah Indonesia terletak disekitar ekuator (lintang rendah) sehingga bencana siklon tropis tidak berdampak serius dibandingkan di daerah lainnya yang terletak di luar lintang geografis 8° baik di BBU maupun BBS. Contoh; Bangladesh tahun 1973 menelan korban 300.000 jiwa.
- Munculnya siklon tropis berkaitan dengan suhu muka laut yang panas ($>26^{\circ}\text{C}$) banyak terjadi penguapan sebagai sumber energi badai siklon tropis terjadi perubahan fasa uap menjadi fasa cair melalui kondensasi yang melepaskan panas laten.
- Munculnya badai tropis juga berkaitan dengan *gaya Coriolis* yang cukup besar akibat rotasi bumi dan berkaitan “punggung panas” (thermal ridge) muka laut. Energi termik laut yang besar dan udara lembab pada lapisan bawah merupakan salah satu syarat pembentukan siklon tropis.
- Dalam siklon tropis udara bergerak memotong isobar² ke arah dalam akibat gesekan permukaan sehingga sistem angin konvergen (gambar). Efek siklon tropis pada wilayah indonesia yang berdekatan dengan lintasan siklon tropis ialah kenaikan curah hujan, kecepatan angin dan tingginya gelombang laut.

Pada umumnya mata siklon tropis merupakan daerah bebas awan, kecuali jika ada pemancaran awan menjadi stratocumulus dan fraktostratus yang pecah². awan cirrus dan cirostratus dapat diamati pada puncak awan cumulonimbus sebagai perisai cirrus (gambar).





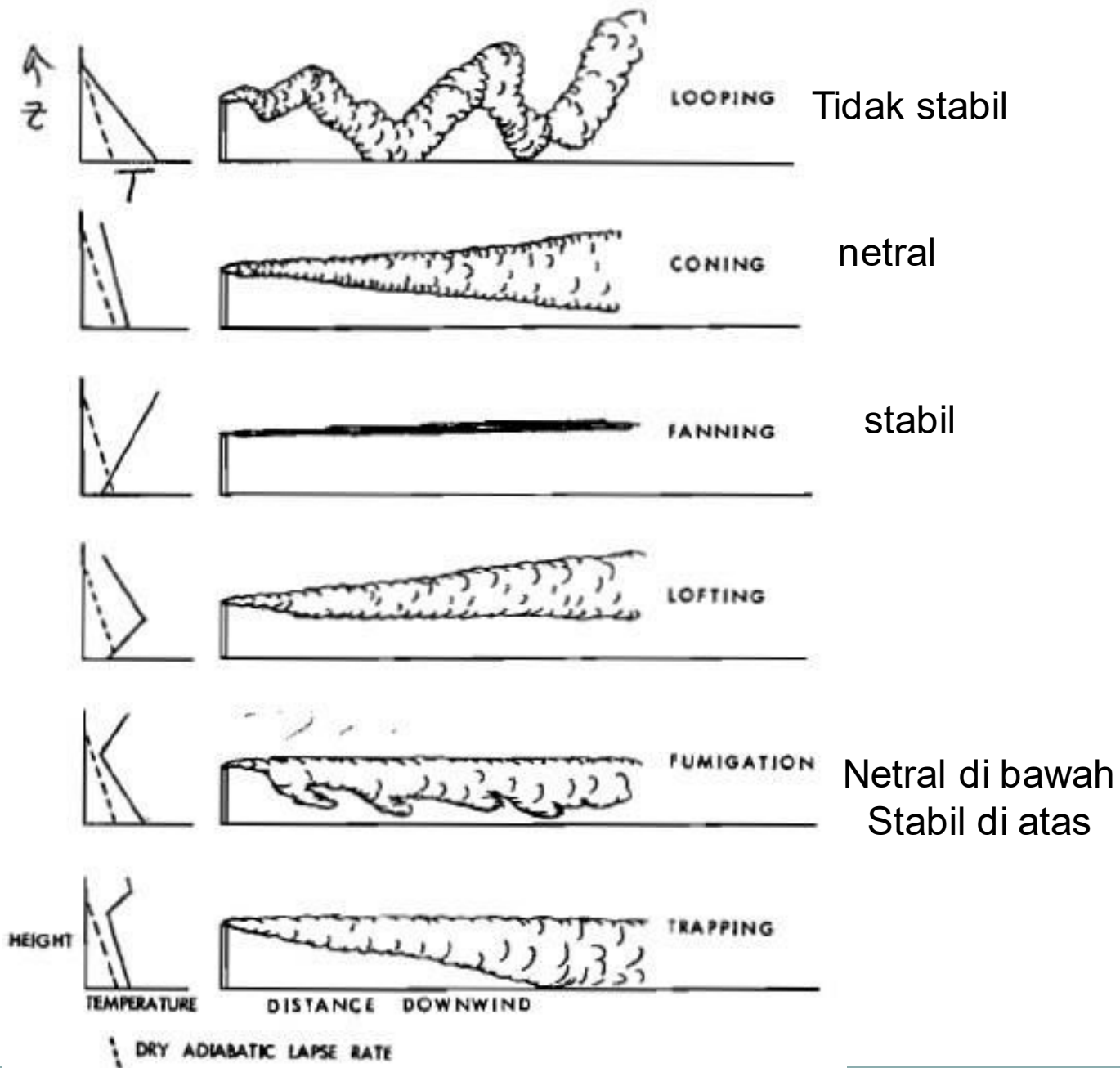
El Nino – La Nina

- Variabilitas iklim (banjir-kekeringan) akibat interaksi kompleks antara atmosfer, hidrosfer, litosfer, krioster dan biosfer.
- Bahasa Spanyol; El Nino = anak laki2 (*the boy*); sebagai anak Tuhan (*the Christ Child*) oleh masyarakat Peru karena kedatangannya membawa berkah bagi rakyat setelah kekeringan yang sangat membawa penderitaan; dan La Nina = anak perempuan (*the girl*). Istilah Anti-El Nino sering dipakai sebagai pengganti istilah La Nina karena mekanismenya kebalikan dari El Nino.

- El Nino/La Nina adalah interaksi atmosfer – laut yang aktivitasnya terletak pada daerah $120^{\circ}\text{B} - 180^{\circ}\text{B}$ dan $5^{\circ}\text{U} - 10^{\circ}\text{S}$ yang disebut Nino 3,5 yang mencakup sebagian Nino 3 dan sebagian Nino 4. intensitasnya ditentukan suhu muka laut di ocean pasifik. El Nino adalah episode panas dan La Nina episode dingin osean pasifik.
- Dampak El Nino di Indonesia adalah kekeringan yang mempermudah kebakaran hutan. El Nino 1982-1983 menyebabkan kerugian global 13 milyar dolar AS, ribuan orang mati, puluhan ribu kehilangan tempat tinggal. Di Indonesia terjadi kekeringan, 340 orang mati dan kerugian sebesar 500 juta dolar AS (sumber New York Time, 2 Agustus 1983 dan Moura 1996).

Polusi Udara

- Atmosfer mrpkn tempat pembuangan semua jenis polutan, atmosfer sebagai pengencer polutan dan ada kalanya sbg pendauran kembali polutan tersebut.
- Ada 3 jenis pola penyebaran kepulan asap:
 1. *fanning* (kipas), terjadi jika suhu udara naik terhadap ketinggian atau atmosfer stabil.
 2. *looping* (ikalan), terjadi jika suhu udara turun terhadap ketinggian atau atmosfer labil.
 3. *coning* (kerucut), terjadi jika suhu udara turun dengan lambat ($1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$) atau atmosfer netral.
- Pola campuran misalnya fumigation (pengasapan) jika lapisan atas stabil (suhu naik dengan ketinggian) dan lapisan bawah labil.



Modifikasi Cuaca

- Salah satu tujuan modifikasi cuaca adalah hujan buatan, tetapi teknologi ini terbatas pada persyaratan meteorologis.
- Ada 2 cara yaitu dengan pesawat terbang memburu awan dan dispenser diburu awan.
- Di Indonesia sejak tahun 1977 dilakukan dengan menyebarkan garam (NaCl atau CaCl_2) dengan diameter sekitar $50\text{ }\mu\text{m}$ yang bertindak sebagai inti kondensasi awan, dan penyemprotan larutan urea di atas dasar awan yang bertindak sebagai tetes buatan yang merangsang mekanisme tumbukan-tangkapan dengan tetes awan alamiah sehingga terjadi pertumbuhan tetes hujan. Injeksi kristal es buatan atau es kering (CO_2 padat) dan perak iodida (AgI) dapat dilakukan untuk awan dingin.

Pemanasan Global

- Tahun 1998 adalah tahun terpanas secara global dalam abad ini. Pemanasan global disebabkan oleh gas rumah kaca (GRK) dan penipisan lapisan ozonosfer oleh gas CFC. Gas ini terutama CO_2 mempunyai sifat seperti kaca, transparan terhadap radiasi gelombang pendek dan menyerap radiasi gelombang panjang. Sejak revolusi industri konsentrasi CO_2 selalu meningkat.
- Ozonosfer berfungsi menyerap radiasi matahari bertenaga tinggi (sinar UV yang merupakan perisai kehidupan di bumi). CFC gas berbahaya karena merusak ozonosfer sehingga terjadi lubang ozon. CFC dapat berdifusi sampai ke ozonosfer karena gas ini relatif tidak larut terhadap air hujan.
- Dampak pemanasan global: kenaikan air laut, cuaca ekstrim seperti badai yang sering terjadi, perubahan sirkulasi udara yang melibatkan siklon, kekeringan, banjir dll.

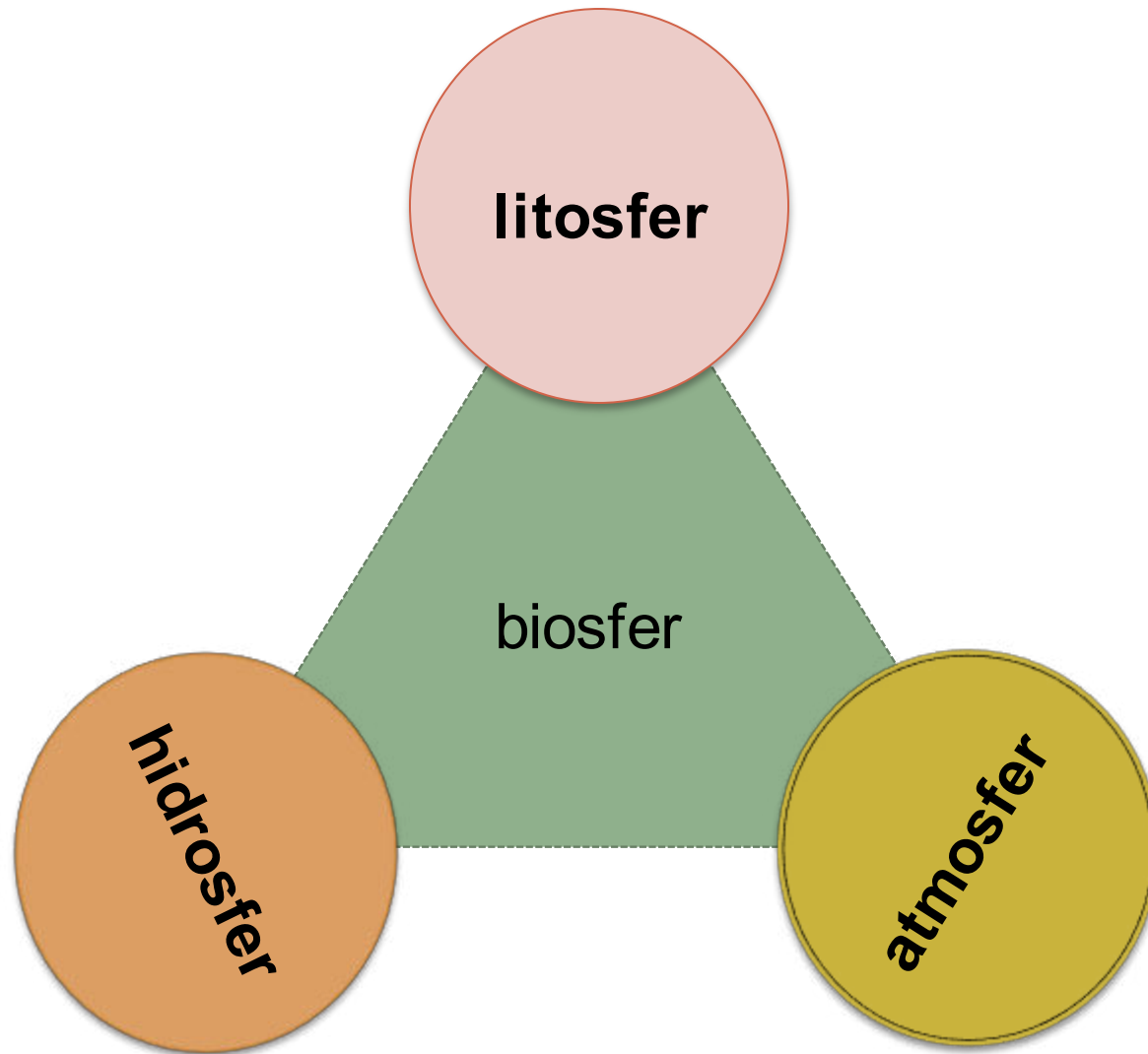
HIDROSFER

- Semua bentuk cair yang berada di atas permukaan bumi.
- 72% muka bumi terisi air, sedangkan 28% daratan
- Dasar laut dan dasar samudra tak ubahnya seperti relief di muka bumi, dengan bagian sebagai berikut:
 - *Shelf*: dasar samudra disepanjang pantai dengan dalam rata-rata 200 m. zona ini yang kaya ikan.
 - *Plat*: seperti shelf tetapi zonanya meluas dan kedalaman rata-rata 200 m. zona ini juga kaya ikan.
 - *Trog*: lembah yang dalam dan memanjang di laut.
- Daerah2 tersebut juga kaya akan minyak bumi. Makin ke bawah dan ke arah kutub suhu semakin menurun. Dikawatir suhunya $\pm 28^{\circ}\text{C}$, didekat kutub $2^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$.

- Temperatur laut sangat mempengaruhi kehidupan di laut, sehingga ikan banyak ditemukan di laut dangkal karena sinar matahari masih mampu menembus laut sampai dasar dimana s. matahari dibutuhkan oleh ikan, plankton, ataupun tumbuhan lainnya.
- S. matahari sangat diperlukan fitoplankton untuk fotosintesis. Dalam rantai ekosistem laut, fitoplankton sebagai produsen.
- Produsen dimakan oleh ikan herbivor atau zooplankton dan seterusnya sampai ikan predator yang besar.
- Samudra dan lautan bergerak menimbulkan arus laut baik yang terjadi di permukaan maupun dibawah. Arus ini penting dalam rangka sirkulasi oksigen dan distribusi makanan serta mengatur suhu air laut.

- Gerakan laut disebabkan faktor:
 - a. angin
 - b. perbedaan kadar garam
 - c. perbedaan bj air laut.
 - d. perbedaan pasang surut.
- Hubungan antara atmosfer dan hidrosfer sangat erat berkaitan dengan siklus air. Selain itu oksigen dibutuhkan oleh hewan dan tumbuhan air. Pada saat hujan juga terjadi absorpsi gas terutama oksigen ke dalam air. Jumlah uap air di udara tidak tetap, semakin tinggi temperaturnya maka semakin banyak kandungan uap airnya.

- Ada 2 cara untuk menyatakan uap air di udara, yaitu:
 1. *Kelembaban absolut*: banyaknya uap air (dalam gram) yang terdapat dalam 1 m^3 udara.
 2. *kelembaban relatif (nisbi)*. Perbandingan antara banyaknya uap air di udara terhitung (gram 1 m^3 udara) dengan banyak uap air apabila udara tersebut pada temperatur yang bersangkutan jenuh dengan uap air.



EVOLUSI




EVOLUSI MAKHLUK HIDUP

- Evolusi adalah proses perubahan ciri suatu spesies dalam kurun waktu lama, yang akhirnya sampai kepada pembentukan spesies baru.
- Kehidupan saat ini berasal dari kehidupan terdahulu, melalui suatu proses perubahan secara perlahan2 dan dalam perubahan tersebut membentuk spesies baru, proses tersebut berlangsung dalam waktu yang sangat lama.
- Bukti dan data geologis dan palaentologis pada kerak bumi mendukung penyelidikan tentang keadaan makhluk hidup pada zaman dahulu.
- Charles Darwin (1859) seorang naturalis Inggris menerbitkan buku The Origin of Species yang memberi dampak terhadap cara berfikir dunia barat **sebab:**

1. *The Origin of Species* menyatakan bahwa semua makhluk merupakan hasil keturunan moyang yang sama yang mengalami modifikasi. Inilah teori evolusi. Berlawanan dengan pemikiran saat itu yaitu species tidak berubah dan setiap species diciptakan di bumi ini dalam bentuk sekarang.
2. *The Origin of Species* menyajikan sejumlah besar fakta yang dianggap oleh Darwin dapat dijelaskan dengan teori evolusi.
3. Darwin menjelaskan suatu mekanisme bagaimana perubahan evolusi itu berlangsung. Teori ini disebut **teori seleksi alam** yang merupakan landasan buku *The Origin of Species*.

Sejarah kehidupan dibagi menjadi 4 era:

- 
- prekambrium (3000 juta tahun lalu)
 - palaeozoik (600 juta tahun lalu)
 - ✦ Zaman trias
 - ✦ Pensylvania
 - ✦ Mississippi
 - ✦ Devon
 - ✦ Silur
 - ✦ Ordovisium
 - ✦ kambrium
 - mesozoik (230 juta tahun lalu)
 - ✦ Trias akhir
 - ✦ Jura
 - ✦ kreta
 - senozoik (63 juta tahun lalu)
 - Tersier
 - kuartener

- Pada zaman prekambrium hampir tdk ditemukan fosil.
 - Pada era 600 juta tahun lalu (permulaan era palaeozoik) telah ada kehidupan di laut yaitu dari kelompok alga hijau, kemudian protista yaitu makhluk hidup eukariot bersel satu.
 - Setelah itu berkembanglah hewan, mamalia dan manusia.
 - Evolusi tumbuhan dimulai dari alga hijau, berevolusi menjadi lumut (bryophyta) dan paku (pterodophyta).
 - Paku mengalami spesiasi menjadi pteropsida, lycopsida, dan sphenopsida. Pteropsida inilah yang kemudian berkembang menjadi gymnospermae dan angiospermae.

- Alga hijau hidup di laut karena kehidupan daratan belum mampu untuk mendukung karena atmosfer masih relatif panas dan oksigen belum banyak tersedia.
- Alga hijau memiliki klorofil yang dalam kehidupannya berfotosintesis menghasilkan oksigen yang akan memenuhi atmosfer.
- Alga hijau juga tidak memerlukan substrat tanah dan dapat mengapung atau melayang di dalam air.
- Perkembangan selanjutnya adalah tumbuhan paku yang memerlukan substrat atau menempel pada batuan.
- Adaptasi terus menerus melahirkan tumbuhan tingkat tinggi yang mutlak memerlukan tanah untuk menancapkan akarnya dalam rangka mencari air untuk bahan dasar fotosintesis.

Perbedaan ciri hewan dan tumbuhan yang utama

Karakter	Tumbuhan	Hewan	Euglena
Klorofil	+	-	+
Gerak	minim	+	+

- Euglena: bentuk antara hewan dan tumbuhan.
- Hewan bersel satu akan bertambah banyak membentuk sebuah jaringan misalnya.....

- Ikan muncul pada masa devon (405 juta tahun lalu).
- Kelompok ikan memiliki nenek moyang invertebrata yang menjadi ikan tulang rawan (Condriehtyes) dan akhirnya menjadi ikan bertulang sejati (Osteichtyes).
- Pohon evolusi tersebut terus bercabang berkembang menjadi amfibi dan reptil.
- Setelah era devon, oksigen di atm sudah cukup banyak untuk mendukung kehidupan di darat.
- Amfibi adalah sebagai hewan pertanda peralihan sistem pernafasan dari insang ke

- Ikan bertulang sejati melalui amfibi mengalami percabangan evolusi menjadi reptil.
- Pada era Trias daratan bahkan didominasi oleh reptil (dinosaurs) sampai era Jura.
- Era Kreta reptil tersebut punah.
- Evolusi burung dimulai pada masa Tersier setelah dinosaurs punah.
- Archeopterik mempunyai sayap dianggap sebagai nenek moyang burung.

- Primata adalah puncak klasifikasi.
- Primata primitif berkembang menjadi manusia (*Homo sapiens*), namun hal ini ditentang oleh kaum agamawan.
- Bukti fosil menyangsikan hubungan kekerabatan kera dan manusia, karena masih ada missing link yang belum terungkap sampai saat ini.

Fakta tentang Evolusi

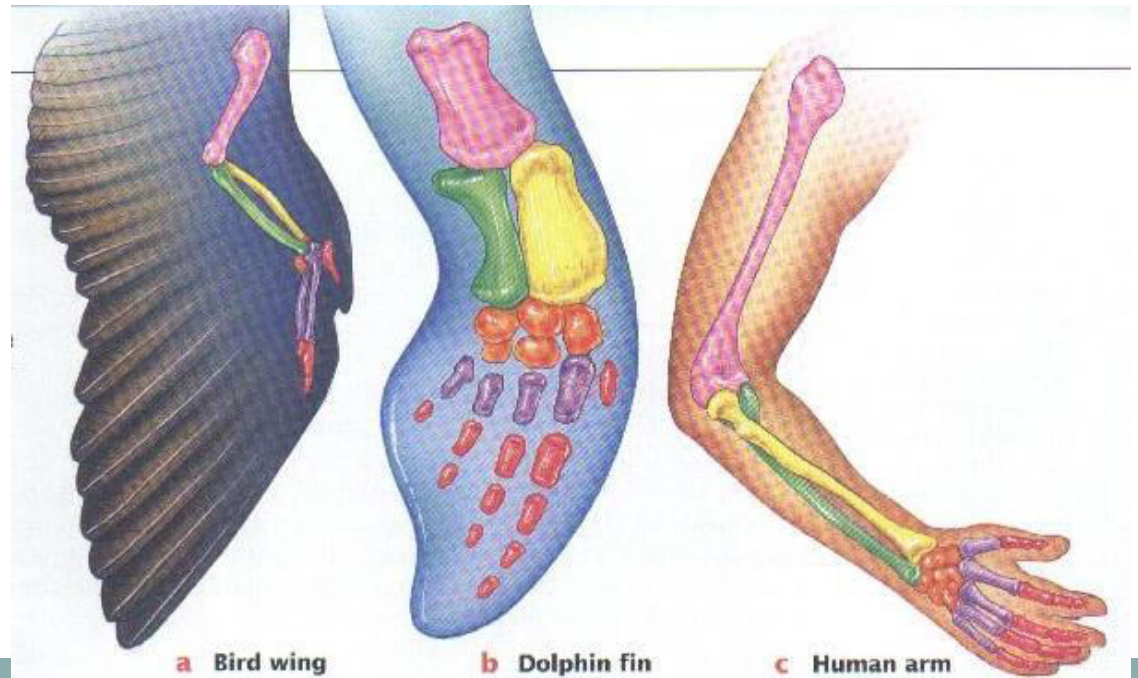
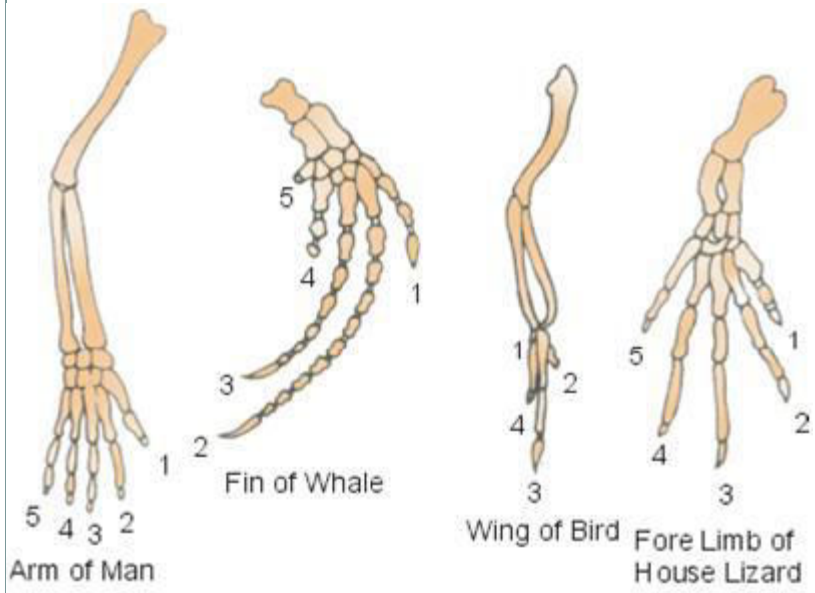
1. Bukti dari Paleontologi
2. Bukti dari Anatomi Perbandingan
3. Bukti dari Embriologi
4. Bukti dari Biokimia Perbandingan
5. Bukti dari Struktur Kromosom
6. Bukti dari Keserupaan Pelindung
7. Bukti dari Penyebaran Geografik
8. Bukti dari Domestikasi

1. Bukti dari Paleontologi

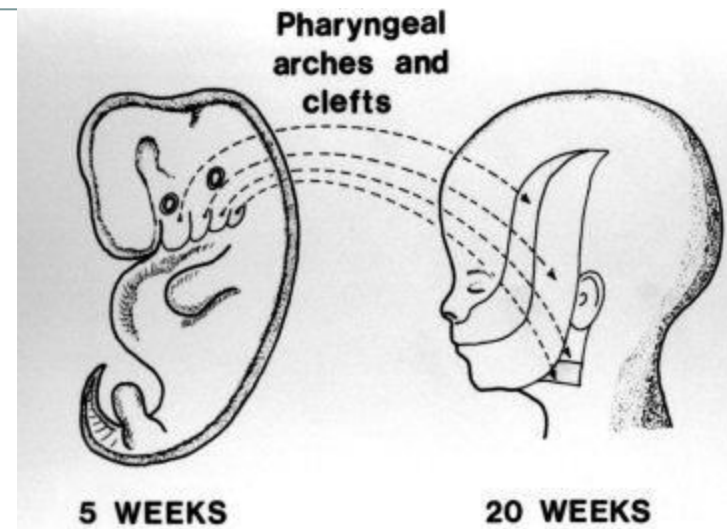
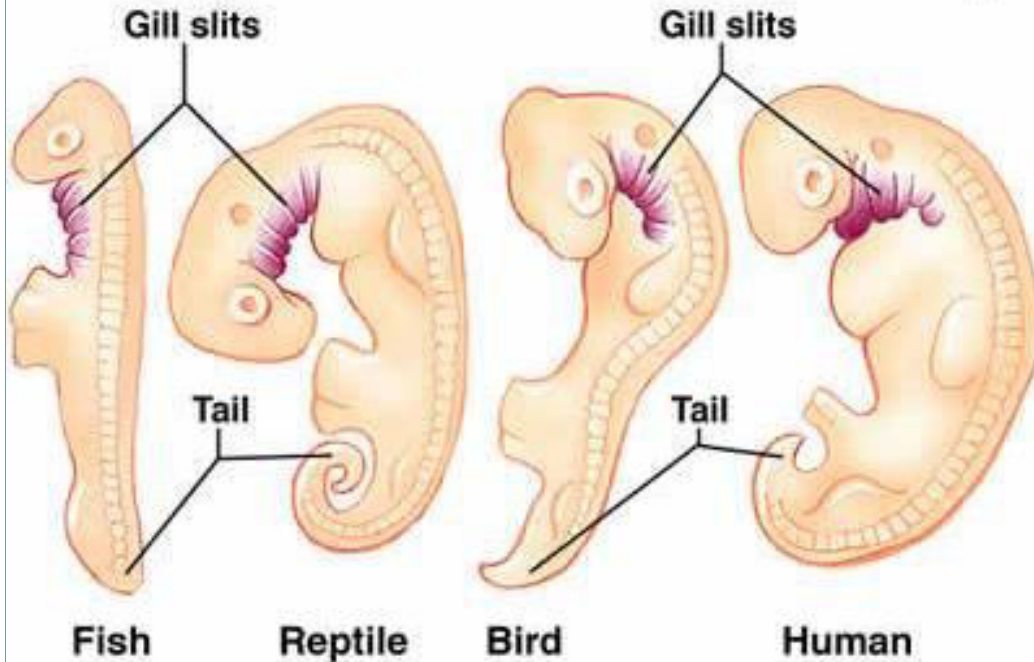
- **Paleontologi:** ilmu mengenai fosil, sebagai sisa organisme yang hidup pada zaman geologi yang lampau.
- Dalam keadaan khusus seluruh tubuh organisme setelah mati dapat diawetkan, contohnya:
 - a. serangga yang terjatuh di dalam getah konifer yang tumbuh disepanjang pantai Laut Baltik lebih dari 30 juta tahun lalu, sekarang dapat dipelajari dengan mudah seakan-akan baru saja mati.*
 - b. Bangkai mamot yang beku di Siberia, meskipun telah membeku 40.000 tahun dagingnya masih cukup baik untuk studi biokimia.*
 - c. Sisa tulang dan cangkang yang mengandung sisa bahan organik untuk jangka waktu lama.*
 - d. Pembatuan satu salinan bagian tumbuhan dan hewan.*
 - e. Pada batuan sedimen di Grand Canyon, ternyata semakin tua (dalam) semakin sedikit jenis jumlah fosil. Hal ini mendukung gagasan bahwa semua organisme hidup sekarang ini pada suatu periode dalam sejarahnya mempunyai moyang yang sama.*

2. Bukti dari Anatomi Perbandingan

- Kita akan mengetahui adanya pola yang sama pada bagian tertentu spesimen ketika membandingkan anatomi mamalia.
- Adanya organ-organ homolog pada beberapa species tidak jelas fungsinya. Jika semua species diciptakan secara khusus maka hal ini merupakan perencanaan yang kurang baik untuk memasukkan bagian2 yang tidak berfungsi.
- Sebaliknya jika mereka berkembang dari moyang yang sama, maka kita dapat mengerti mengapa sisa-sisa peninggalan evolusi mereka masih ada. Misal, tulang ekor pada manusia merupakan sisa ekor yang dimiliki moyang kita.

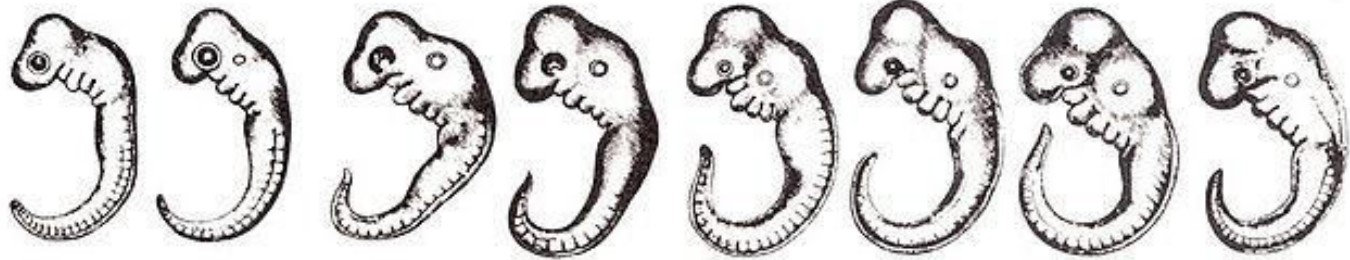


3. Bukti dari Embriologi

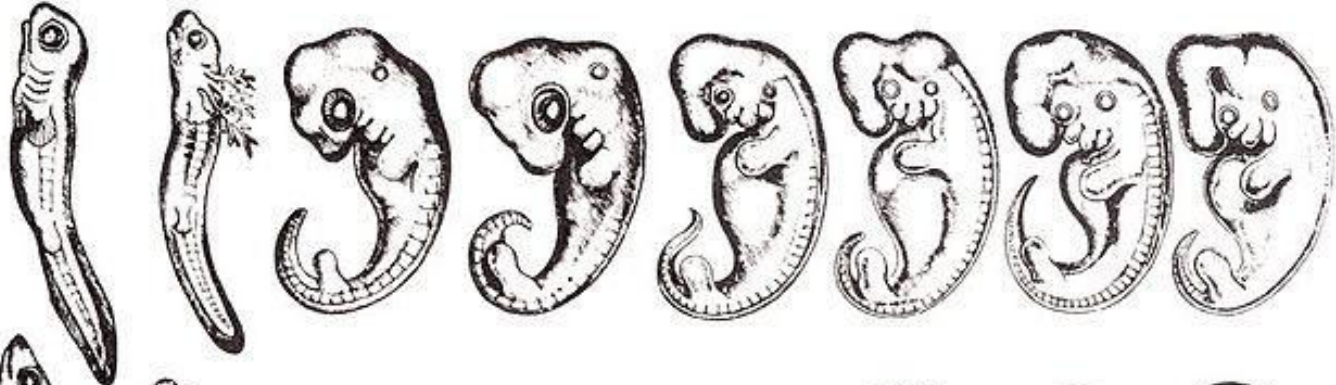


- Perkembangan semua vertebrata memperlihatkan keseragaman yang mencolok. Hal ini terjadi pada saat pembelahan, morfogenesis, dan tahap awal diferensiasi. Persamaan ini sering digunakan sebagai bukti hubungan evolusi antar vertebrata.

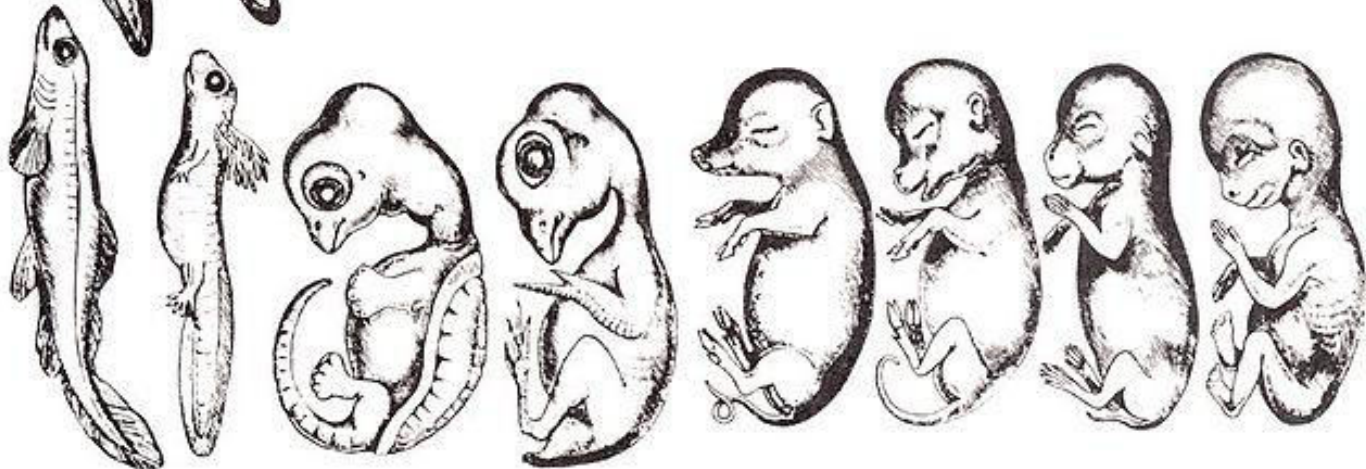
I



II



III



Fish

Salamander

Tortoise

Chick

Hog

Calf

Rabbit

Human

4. Bukti dari Biokimia Perbandingan

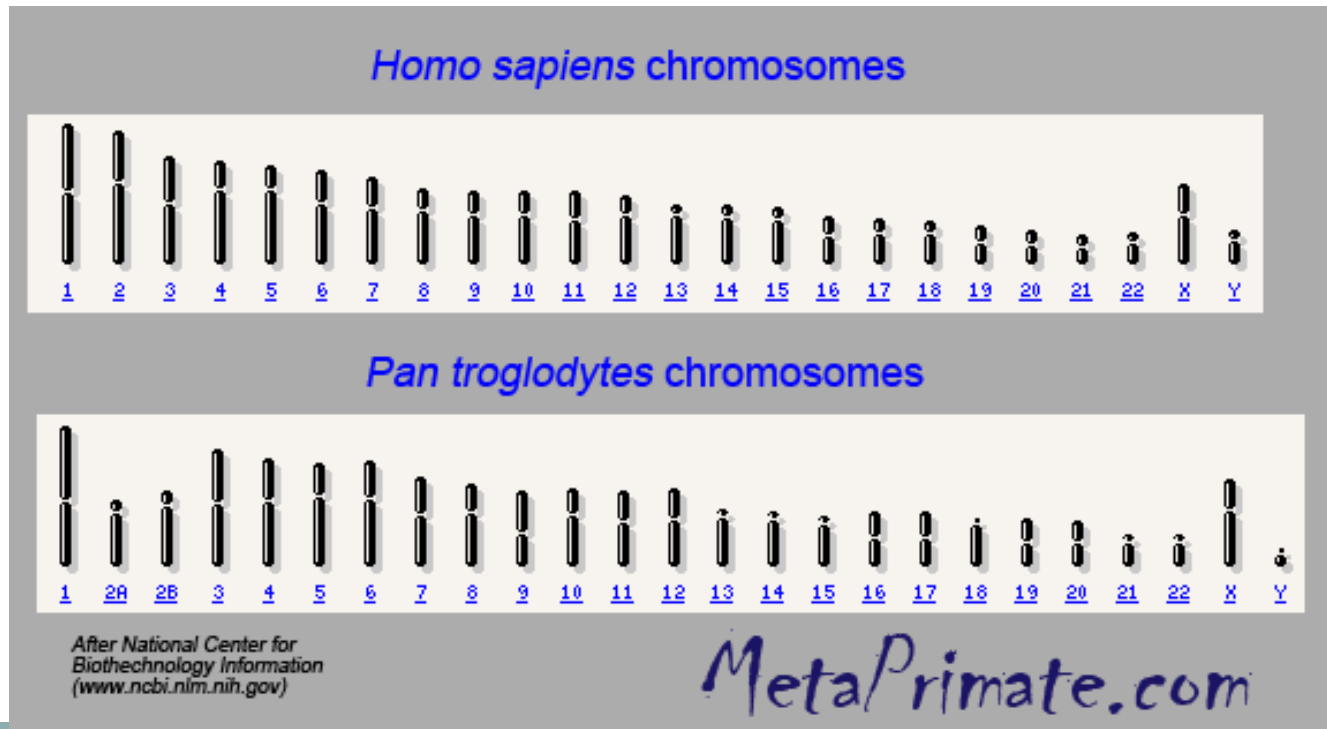
- Studi biokimia dari berbagai organisme juga menunjukkan adanya homologi biokimia. Studi tentang urutan asam amino pada hemoglobin mamalia memperlihatkan adanya persamaan khususnya spesies yang berkerabat dekat.

Jlh Perbedaan asam amino antara rantai beta hemoglobin manusia dengan berbagai spesies

Rantai beta manusia	0
Gorila	1
Gibbon	2
Monyet rhesus	8
Anjing	15
Kuda, sapi	25
Tikus	27
Kangguru kelabu	38
Ayam	45
Kodok	67
Lamprey	125
Siput laut (moluska)	127
Kedelai (leghemoglobin)	124

5. Bukti dari Struktur Kromosom

- Perbedaan antara satu spesies dengan lainnya dalam analisis terakhir adalah genetika. Gen-gen dalam kromosom.
- Semakin dekat hubungan dua spesies semakin mirip kariotipenya. Kariotipe simpanse dan orangutan praktis tidak dapat dibedakan, kecuali jumlah kromosomnya yang 48 berbeda dengan kromosom manusia yang berjumlah 46, sangat mirip dengan kariotipe manusia.



6. Bukti dari Keserupaan Pelindung

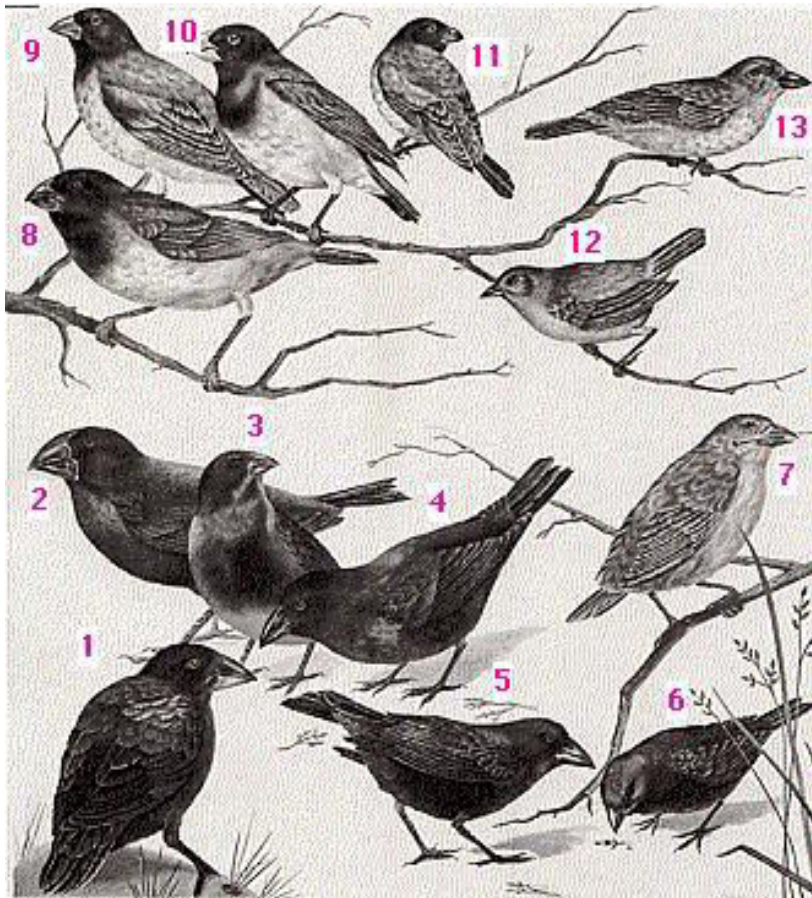
- Bukti evolusi paling dramatik adalah penyebaran melanisme industri yaitu perubahan warna ngengat 10% dari 700 spesies ngengat besar menjadi gelap di daerah2 industri di Inggris pada akhir abad lalu.
- *Biston betularis* biasanya berwarna cerah dengan bintik2 hitam menjadi mutan dalam tahun 1849 yaitu berwarna gelap seperti batubara, sehingga pada akhir abad ke-19 ngengat berwarna hitam menjadi lebih umum (90%) daripada ngengat berwarna cerah.

7. Bukti dari Penyebaran Geografik

- Alfred Wallace (Inggris, 1876): daerah2 benua dapat dibagi menjadi 6 wilayah terpisah dari wilayah utama berdasarkan populasi hewannya.
 - a) Daerah tropis: Ethiopia (Afrika tropis) dan Oriental (asia tropis).
 - b) Paleartik Eropa dan Asia Utara
 - c) Neartik Amerika Utara
 - d) Neotropis (Amerika Selatan)
 - e) Australia (Australia, Selandia Baru dan Irian)
- Penyebaran tumbuhan & hewan di pulau2 samudra (misalnya pulau2 Hawaii) yang tidak pernah berhubungan dengan salah satu wilayah benua Wallace. Sebagaimana Darwin dalam usia 26 tahun menemukan adanya 13 spesies burung Finch di pulau Galapagos, Ekuador yaitu keanekaragaman bentuk paruh.

8. Bukti dari Domestikasi

- Pembudidayaan tumbuhan dan hewan dengan sengaja oleh manusia selama ribuan tahun.
- Pengembangan varietas atau jenis tanaman dan hewan yang menghasilkan makanan lebih banyak dan lebih baik. Kita tidak menciptakan spesies baru dalam proses domestikasi ini, namun menciptakan bentuk2 yang sangat berbeda dari moyangnya.
- Banyak spesies yang didomestikasi mengalami perubahan besar sehingga tidak dapat hidup tanpa bantuan kita.



Gambar burung Finch Darwin; No. 1-7 burung finch tanah dengan mencari makanan di tanah dan semak yang rendah. No. 8-13 burung finch pohon. Mereka terutama memakan insekta. 1 finch kaktus tanah yang lebih besar. 2 finch tanah yang besar (*Geospiza magnirostris*). 3. finch tanah berukuran sedang (*G. fortis*). 4. finch tanah berkaktus. 5. finch tanah berparuh tajam. 6. finch tanah berukuran kecil (*G. fuliginosa*). 7. finch pelatuk. 8. finch pohon pemakan tumbuhan. 9. finch pohon insektivora berukuran besar (*Camarhynchus pauper*) 10. finch pohon berukuran besar (*C. psittacula*). 11. finch pohon pemakan serangga kecil. 12. finch penyanyi. 13. finch bakau. (Dan Biological Sciences Curriculum Study, Biological Science: Molecules to man, Haughton Mittin Co., 1963)

Mekanisme Evolusi

- Faktor2 lingkungan memengaruhi kelangsungan hidup individu dalam suatu populasi. Contoh, struktur paruh burung yang sesuai untuk hidup pada wilayah terdapat tumbuhan berbiji keras spt gandum, jagung, padi dsb. Burung yang tidak sesuai akan mati atau tidak mencapai umur reproduktif shg keturunan burung yang sesuai lah yang mendominasi wilayah tersebut----->*adaptasi struktur tubuh terhadap faktor lingkungan*.
- Burung yang adaptif akan dapat meneruskan kehidupannya dan bertambah jumlahnya dibandingkan yang tidak adaptif---->Darwin: **Seleksi alamiah** (*natural selection*).

4 mekanisme yang mendorong terjadinya evolusi

1. Natural Selection
2. Mutation
3. Gene Flow
4. Genetic Drift

Pemikiran Darwin tentang Evolusi hasil Seleksi Alamiah

1. Organisme purba dan organisme modern berkerabat satu dengan lainnya.
2. Faktor2 lingkungan berperan penting dalam perkembangan keanekaragaman tumbuhan dan hewan.
3. Anggota populasi dari spesies yang sama akan menunjukkan perubahan struktur tubuh yang sedikit berbeda setelah terisolasi secara geografis.
4. Organisme yang hidup di pulau menunjukkan kesamaan struktur dengan organisme di daratan dekat pulau tersebut.

Darwinian Natural Selection

- Tiga kondisi yang diperlukan untuk terjadinya evolusi dengan:
 1. Natural **variability** for a trait in a population
 2. Trait must be **heritable**
 3. Trait must lead to **differential reproduction**
- **A heritable trait that enables organisms to survive AND reproduce is called an adaptation**

Steps of Evolution by Natural Selection

- Genetic variation is added to genotype by mutation
- Mutations lead to changes in the phenotype
- Phenotype is acted upon by nat'l selection
- Individuals more suited to environment produce more offspring (contribute more to total gene pool of population)
- Population's gene pool changes over time
- Speciation may occur if geographic and reproductive isolating mechanisms exist...
- Natural Selection in action ...
- A demonstration...

- Dengan pemahaman prinsip2 ilmu genetika pada abad ke-20: perubahan informasi genetik yaitu gen flow dan genetic drift/penyimpangan gen----->perubahan populasi-
--->**spesiasi/ spesiasi filetik (phyletic speciation).**
- Perubahan komposisi genetik terjadi pada gen yang terdapat pada anggota sebuah populasi dan diturunkan ke generasi berikutnya ketika proses reproduksi....>perubahan evolusioner....>*kunci utama mengapa proses evolusi menjadi penyebab terjadinya keanekaragaman organisme di muka bumi ini.*
- Spesiasi yang lain: **S. alopatrik, S. parapatric, dan S. simpatrik.**

- **Spesiasi alopatrik**, terjadi karena adanya penghalang fisik (*physical barrier*) spt. Sungai, gunung, letak geografis dsb. Penghalang tersebut memotong aliran gen antar populasi dengan populasi induknya. Setelah terisolasi mereka akan membentuk sejumlah perbedaan genetik, termasuk penghalang reproduksi. Contoh, hasil evolusi populasi burung kutilang (finch) di Kepulauan Galapagos yang terpisah dari populasi induknya di Benua Amerika bagian Selatan.
- **Spesiasi parapatrik**, terjadi pada populasi yang berdekatan. Kelompok gen (*gene pools*) terpisah sebab adanya variasi lingkungan. Contoh, rumput yang tumbuh di lingkungan yang toksik logam berat akan mengembangkan kemampuan toleransinya dibandingkan rumput lainnya yang tidak terpolusi.

- **Spesiasi alopatrik**, terjadi karena adanya penghalang fisik (*physical barrier*) spt. Sungai, gunung, letak geografis dsb. Penghalang tersebut memotong aliran gen antar populasi dengan populasi induknya. Setelah terisolasi mereka akan membentuk sejumlah perbedaan genetik, termasuk penghalang reproduksi. Contoh, hasil evolusi populasi burung kutilang (finch) di Kepulauan Galapagos yang terpisah dari populasi induknya di Benua Amerika bagian Selatan.
- **Spesiasi parapatrik**, terjadi pada populasi yang berdekatan. Kelompok gen (*gene pools*) terpisah sebab adanya variasi lingkungan. Contoh, rumput yang tumbuh di lingkungan yang toksik logam berat akan mengembangkan kemampuan toleransinya dibandingkan rumput lainnya yang tidak terpolusi.

- **Spesiasi simpatrik**, terjadi pada tumbuhan sebagai hasil dari poliploidi (*pertumbuhan jumlah set/pasangan kromosom dalam setiap sel tubuh tanaman tersebut, pemunculan tetraploid (4n) dari induk yang diploid (2n) tidak biasa terjadi*).
- Tumbuhan tetraploid tidak dapat melakukan persilangan dengan anggota populasi yang diploid karena ketidakcocokan jumlah kromosom. Tumbuhan tetraploid hanya dapat menyerbuk dengan tetraploid juga, atau penyerbukan sendiri atau dengan reproduksi aseksual, yang kemudian keturunan bersilang---->awal spesiasi.
- Spesiasi dapat juga karena **hibridisasi**, persilangan dua spesies menghasilkan keturunan hibrid. Hibridisasi jarang terjadi pada hewan karena tumbuhan lebih toleran terhadap poliploidi daripada hewan.

- Lima macam pola evolusi organisme:
 1. Evolusi divergen (divergent evolution); terjadi jika dua atau lebih spesies berevolusi dalam kurun waktu yang lama. Evolusi ini membentuk dasar untuk cabang2 filogenetik dimana spesies leluhur menghasilkan 2 atau lebih garis silsilah/keturunan yang berbeda. Contoh kera dan monyet menyimpang dan menjadi berbeda dari leluhurnya sebagaimana manusia dan gorila.
 2. Radiasi adaptif; Evolusi yang cepat suatu spesies yang datang ke wilayah baru dengan lingkungan yang bermacam2, dan menghasilkan variasi2 baru. Contoh, mamalia berkantung di australia yg terisolasi dari dunia luar dan tidak adanya kompetitor menyebabkan mamalia berkantung ini menghasilkan berbagai spesies mulai dari kangguru yang melompat2 di padang rumput sampai koala yang berpegang erat pada dahan pohon.

- Lima macam pola evolusi organisme (*lanjutan...*):
 3. Evolusi konvergen (*convergent evolution*); hewan yang memiliki leluhur berbeda dengan adaptasi yang sama spt sama2 memiliki badan yang langsing dan pasangan kaki berbentuk dayung.
 4. Evolusi paralel (*parallel evolution*); dua spesies atau lebih dari leluhur yang sama tetap mirip/serupa selama ribuan tahun karena memiliki kesamaan gen cara adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Contoh, segmen tubuh pada Arthropoda pada awalnya memiliki sepasang kaki. Kelompok yang masih ada adalah udang2an, serangga dan labah2 mirip satu sama lain hanya berbeda dalam hal jumlah pasangan kaki dan segmen tubuh yang terbagi2 membentuk bagian2 badan dengan fungsi khusus spt, cephalus, thorax dan abdomen.

5. koevolusi

- Lima macam pola evolusi organisme (*lanjutan...*):
 3. Evolusi konvergen (*convergent evolution*); hewan yang memiliki leluhur berbeda dengan adaptasi yang sama spt sama2 memiliki badan yang langsing dan pasangan kaki berbentuk dayung.
 4. Evolusi paralel (*parallel evolution*); dua spesies atau lebih dari leluhur yang sama tetap mirip/serupa selama ribuan tahun karena memiliki kesamaan gen cara adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Contoh, segmen tubuh pada Arthropoda pada awalnya memiliki sepasang kaki. Kelompok yang masih ada adalah udang2an, serangga dan labah2 mirip satu sama lain hanya berbeda dalam hal jumlah pasangan kaki dan segmen tubuh yang terbagi2 membentuk bagian2 badan dengan fungsi khusus spt, cephalus, thorax dan abdomen.

5. koevolusi

- Lima macam pola evolusi organisme (*lanjutan...*):

5. Koevolusi, interaksi spesies sehingga perubahan evolusioner suatu spesies akan berdampak pada penyesuaian evolusioner spesies lainnya. Contoh, tumbuhan berbunga dan serangga penyerbuknya telah melakukan koevolusi hubungan kekerabatan dalam struktur dan perilaku antar keduanya selama ribuan tahun. Antara organisme parasit dan inangnya, dimana daya rusaknya berkurang terhadap inangnya untuk keberlanjutan parasit juga, sehingga inangnya pun menjadi lebih resisten terhadap parasitnya.

Kepunahan (extinction) dapat terjadi dalam sejarah evolusi organisme. Kepunahan dapat secara gradual atau tiba2/cepat. Kepunahan yang cepat dapat terjadi pada organisme dengan populasi kecil atau wilayah geografisnya terbatas, spt danau tunggal atau hutan sempit

Kepunahan (*extinction*) dapat terjadi dalam sejarah evolusi organisme. Kepunahan dapat secara gradual atau tiba2/cepat. Kepunahan yang cepat dapat terjadi pada organisme dengan populasi kecil atau wilayah geografisnya terbatas, spt danau tunggal (akibat kekeringan) atau hutan sempit (akibat kebakaran). Kepunahan dapat terjadi pada satu atau beberapa spesies atau pada semua spesies yang ada dan ini disebut kepunahan massal (*mass extinction*). Kecepatan kepunahan dapat terjadi karena kerusakan habitat dan bencana alam.

Keanekaragaman Makhluk Hidup

Keanekaragaman Makhluk Hidup

- Awal kehidupan di bumi 3,5 milyar tahun yang lalu (era archea 3,5 – 2,5 mtyl)>>setelah planet mendingin akhirnya membentuk kulit bumi yang keras di bagian luarnya.
- Atmosfer bumi dipenuhi gas-gas H_2 , He, N_2 , Natrium, belerang, dan karbon>>bereaksi membentuk komponen2 seperti asam belerang (H_2S), gas metan (CH_4), air (H_2O) dan amonia (NH_3), ketika atmosfer belum stabil benar (masih primitif) karena adanya badai halilintar, dan letusan gunung api.>>diyakini oleh Stanley Miller dan Harold Urey dari Univ. Chicago (1953) dengan membuat model tersebut.
- Hasil percobaan mereka membuktikan bahwa molekul2 organik terbentuk secara spontan di bawah kondisi atmosfer spt itu.
- Jadi langkah pertama arah evolusi kehidupan adalah sintesis molekul organik, dari molekul organik bebas menjadi molekul organik kompleks (evolusi biokimiawi), dan lama kelamaan molekul organik komplek ini menjadi sebuah sel pertama.

Keanekaragaman Makhluk Hidup

- Para saintis berspekulasi bahwa organisme/sel pertama memakan materi organik dari lingkungannya. Karena materi organik terbatas sistem pigmen organisme tersebut berevolusi menjadi organ penangkap energi dari cahaya matahari yang nantinya disimpan sebagai ikatan kimiawi.
- Dengan demikian muncullah bakteri penghasil oksigen sehingga pada era Proterozoic (2,5 mtyl dan 544 jtyl) ini atmosfer bumi berisi oksigen yang stabil.

Keanekaragaman Makhluk Hidup

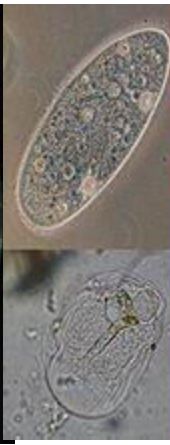
- Carolus linnaeus adalah orang yang pertama kali mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan ciri morfologinya.
- Tujuan dari klasifikasi adalah memudahkan dalam mempelajarinya serta keseragaman internasional.
- Tumbuhan diklasifikasikan dalam kelompok:
 - gangang,
 - jamur (Protista),
 - lumut (Bryophyta),
 - paku-pakuan (Pterodophyta),
 - tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae)
 - Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae).
- Keanekaragaman tumbuhan dapat diketahui dari bentuk daun, buah dan batang.

- Pada hewan keanekaragaman dibagi menjadi beberapa filum, antara lain filum Protozoa (makhluk hidup bersel satu).
- Filum Protozoa terdiri dari, kelas Sarcodina (*Amoeba proteus*), Ciliophora (*Paramecium caudatum*), mastigophora (Tripanosoma), kelas sporozoa (Plasmodium, penyebab penyakit malaria dan monocystis).

- Hewan bersel banyak antara lain: kelompok hewan Cnidaria yang memiliki knidoblas pada tentakelnya untuk menangkap mangsa.
- Contoh: ubur-ubur, hydra, anemon laut (setelah mati menjadi batu karang).
- Hewan yang menjadi parasit pada tubuh hewan dan manusia antara lain cacing. Contoh, cacing hati pada domba, cacing pita kelas cestoda (*Taenia solium*) pada babi.
- Selain itu terdapat juga hewan yang lunak disebut Mollusca. Contoh, Kelas Cephalopoda gurita, kelas gastropoda siput, kelas polyplacophora kiton, kelas bivalvia kerang.



Class: Hydrozoa
Genus: Hydra



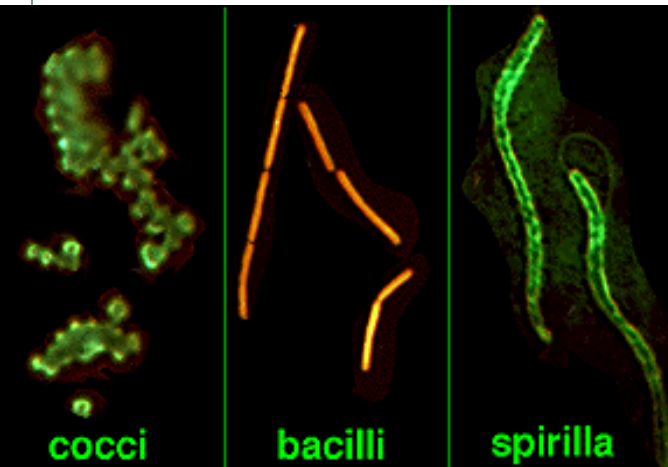
Protista



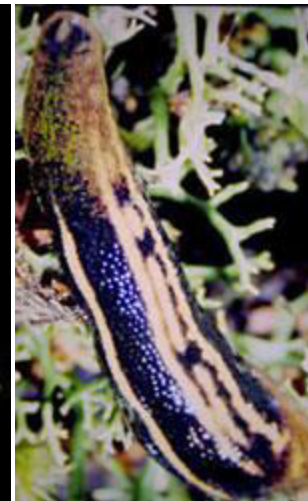
Bivalvia



Insecta



Bacteria



Annelida

- Kelompok invertebrat lainnya adalah: insecta dan Echinodermata (hidup di laut).
- Kelompok hewan lainnya adalah vertebrata, antara lain: kelas pisces, amfibi, reptil, aves dan mamalia.



Bacteria



Kingdom: [Animalia](#)
Phylum: [Chordata](#)
Subphylum: [Vertebrata](#)
Superclass: [Tetrapoda](#)
Class: **Amphibia**
[Linnaeus](#), 1758

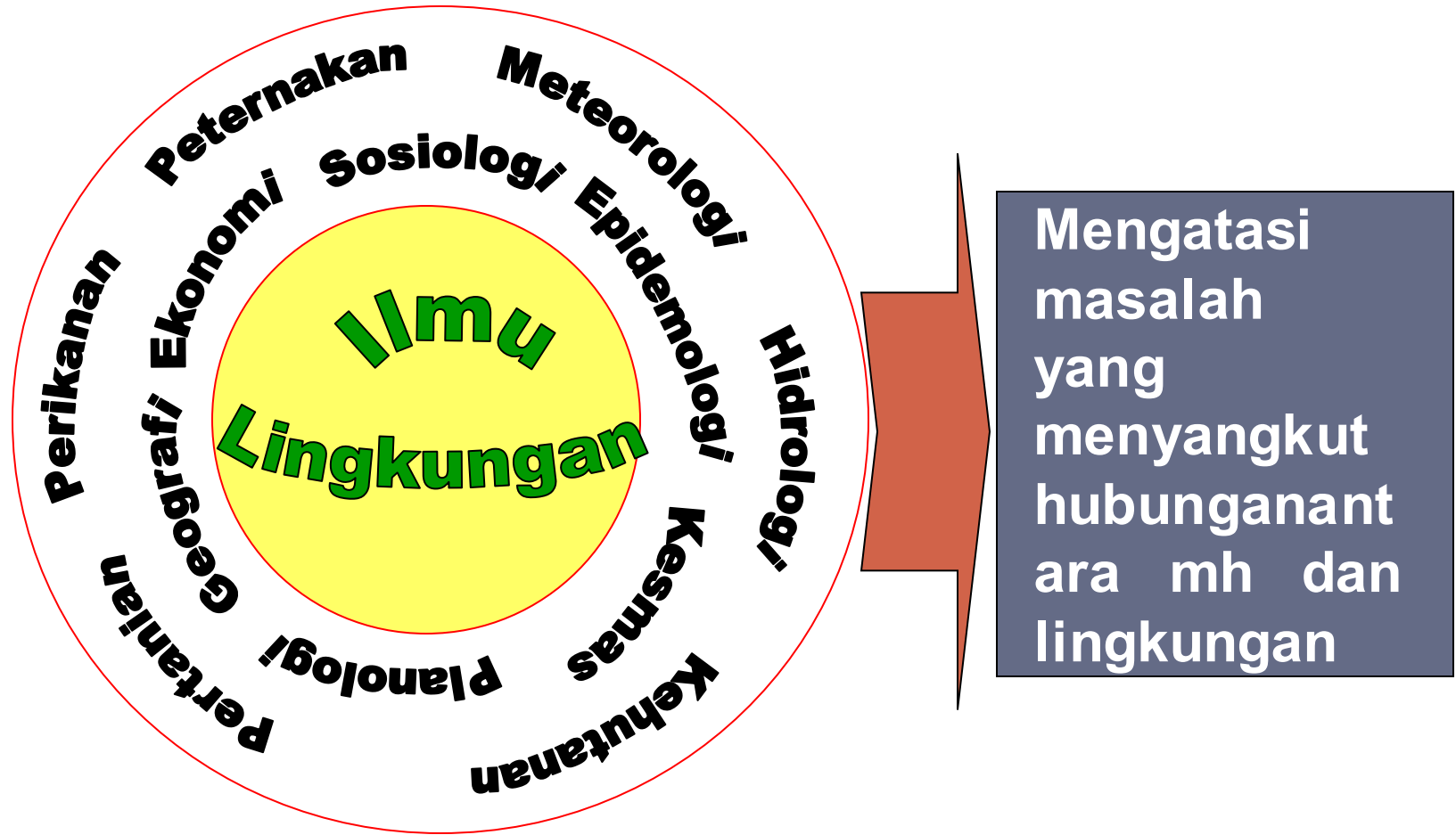
<u>Linnaeus</u> 1735 2 kingdoms	<u>Haeckel</u> 1866 3 kingdoms	<u>Chatton</u> 1937 <u>2 empires</u>	<u>Copeland</u> 1956 <u>4 kingdoms</u>	<u>Whittaker</u> 1969 <u>5 kingdoms</u>	<u>Woese et al.</u> 1977 <u>6 kingdoms</u>	<u>Woese et al.</u> 1990 <u>3 domains</u>
(not treated)	<u>Protista</u>	<u>Prokaryota</u>	Monera	Monera	<u>Eubacteria</u>	<u>Bacteria</u>
					<u>Archaeobacteria</u>	<u>Archaea</u>
		Eukaryota	<u>Protista</u>	<u>Protista</u>	<u>Protista</u>	<u>Eukarya</u>
<u>Vegetabilia</u>	<u>Plantae</u>			<u>Fungi</u>	<u>Fungi</u>	
			Plantae	Plantae	plantae	
<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>		<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	

Manusia dan Lingkungannya

A. Ilmu Lingkungan

- Soeriaatmadja (1997): ilmu lingkungan mengintegrasikan berbagai ilmu yang mempelajari hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya.
- Disiplin ilmu yang terlibat: sosiologi, epidemiologi, kesmas, planologi, geografi, ekonomi, meteorologi, hidrologi, pertanian, kehutanan, perikanan, peternakan dll yang dilihat dalam suatu ruang lingkup serta prospektif yang luas dan saling berkaitan.
- Perhatian terhadap lingkungan (hidup) di semua negara mendapatkan perhatian terutama masalah keseimbangan lingkungan hidup, agar tidak menimbulkan kerugian yang serius untuk generasi yang akan datang.
- Pengelolaan lingkungan dan pembangunan seharusnya berlangsung secara komplementer dan serasi.

Poros Ilmu Lingkungan



- Di dalam Ilmu Lingkungan, ditujukan terutama kepada menyatukan kembali segala ilmu yang menyangkut masalah lingkungan ke dalam kategori variabel yang serupa, yaitu energi, materi, ruang, waktu, dan diversitas.
- Semua ilmu yang terpisah tersebut pada dasarnya menelaah proses dan masalah yang serupa.
- Asal menyangkut hubungan antara jasad hidup dengan lingkungannya, fokus selalu tertuju kepada proses kecermatan pemindahan energi dalam berbagai sistem.
- Apa pun *materi* yang tersebar dalam ruang di muka bumi, mempunyai implikasi melakukan pemindahan energi.
- Pentingnya waktu, dimana rangkaian keanekaragaman yang tak terputus² (proses) dari sifat morfologi dan genetika menentukan tinggi rendah dinamika organisme hidup, populasi, dan komunitas di muka bumi.

- Ilmu lingkungan dianggap sebagai titik pertemuan ilmu murni dan ilmu terapan.
- Ilmu lingkungan sebenarnya adalah *Ekologi* dengan asas dan konsep lebih luas, menyangkut hubungan manusia dan lingkungan.
- Ilmu lingkungan dapat menonjolkan kaitan serta hubungan ilmu2 tersebut.
- Ilmu lingkungan dapat menjadi wadah bagi pendekatan interdisiplin ilmu dalam mengatasi masalah lingkungan hidup manusia khususnya, organisme hidup umumnya.

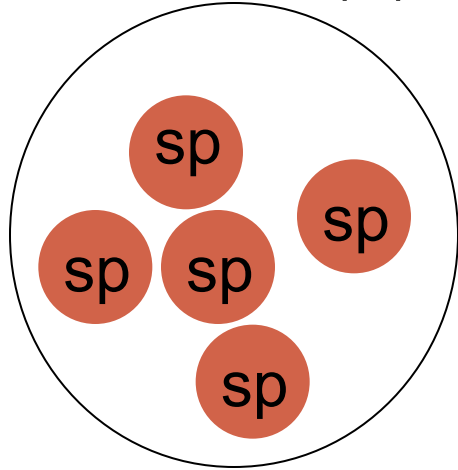
B. Ekologi sebagai Dasar Ilmu Lingkungan

- Ernest Haeckel (1869), orang pertama kali menggunakan istilah ekologi.
- Ekologi: yunani; oikos = rumah; logos = ilmu. “ilmu yang mempelajari hubungan makhluk hidup dalam lingkungannya (rumahnya).
- Konsep-konsep dalam ekologi:
 - 1) Ekosistem
 - 2) Materi dan energi
 - 3) Sistem produksi, konsumsi, dan dekomposisi
 - 4) Keseimbangan
 - 5) *Limiting factor* dan *carrying capacity*
 - 6) *Carrying capacity* dan strategi adaptasi

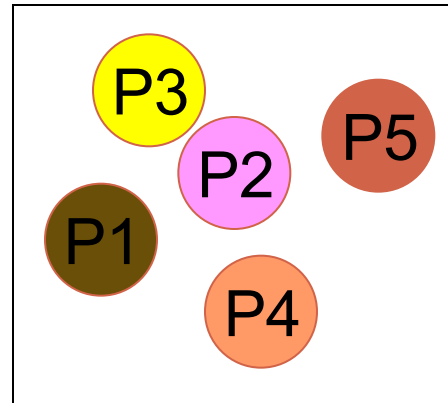
1. Ekosistem (sistem ekologi)

- ❖ Diperkenalkan 1st oleh Tansley (1935): “*hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik membentuk suatu sistem*”.
- ❖ Konsekuensinya: salah satu komponen akan terpengaruh jika komponen lain terganggu.
- ❖ Suatu ekosistem dihuni oleh *populasi (kumpulan individu spesies yang sama yang memiliki potensi untuk berbiak silang)*.
- ❖ Berbagai populasi yang mendiami suatu tempat, ruang atau relung disebut *komunitas*.
- ❖ Komunitas biotik + abiotik = ekosistem (besar dan kecil).
- ❖ Keteraturan dalam ekosistem karena adanya aliran materi dan energi yang terkendalikan oleh arus informasi antara komponen dalam ekosistem.

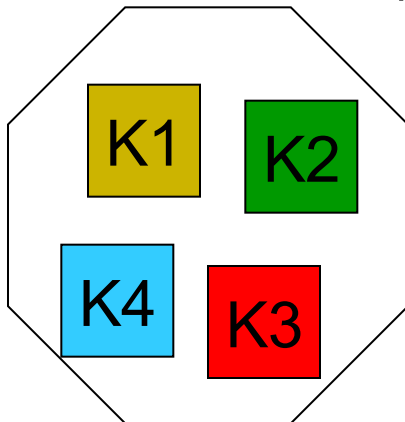
Populasi (P)



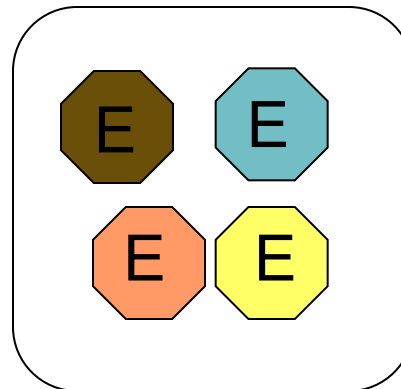
Komunitas (K)

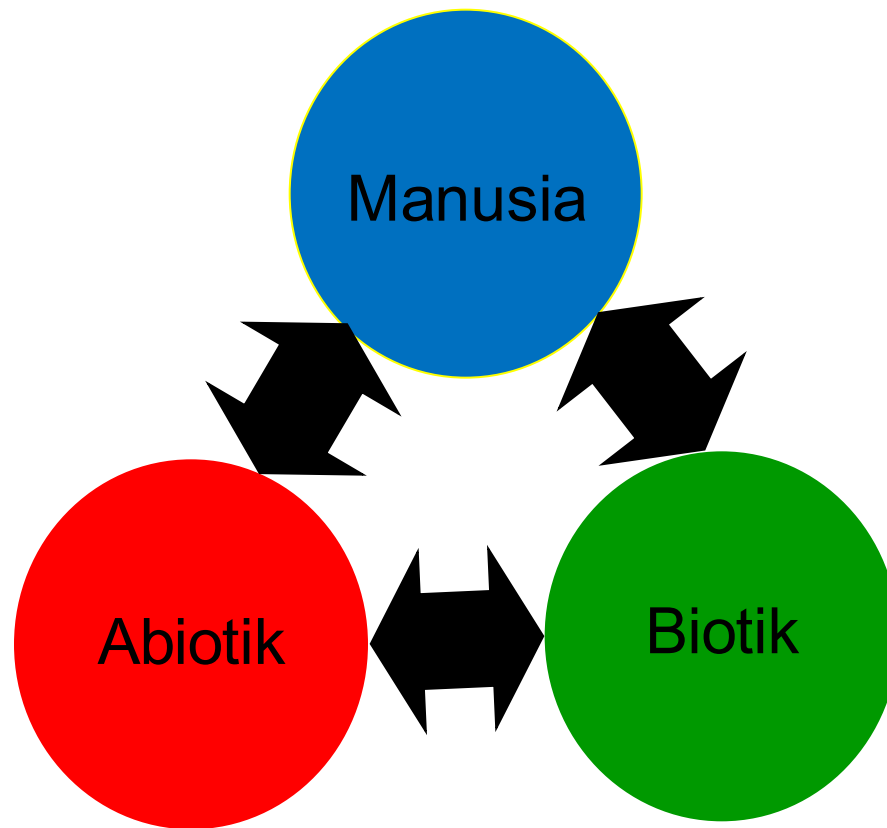


Ekosistem (E)



Biosfer



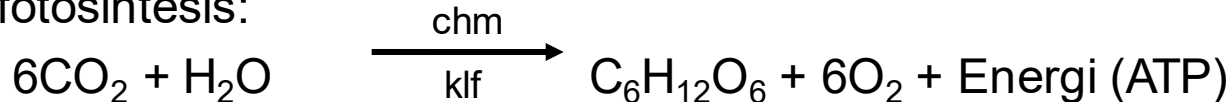


Gambar: Hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungannya membentuk ekosistem

- ❖ Masing2 komponen ekosistem memiliki fungsi (relung).
- ❖ Ekosistem merupakan unit yang berperan sebagai fungsional dasar dalam ekologi, karena meliputi komunitas biotik dan abiotik yang saling mempengaruhi dan kedua penting memperthankan kehidupan.

2. Materi dan Energi

- Materi menyusun abiotik dan biotik, tdd. C, H, O, N, S, P (89 unsur).
- Molekul sederhana: H₂O (2 atom H; 1 atom O), O₂.
- Molekul kompleks: karbohidrat, lemak, protein dll.
- Reaksi fotosintesis:

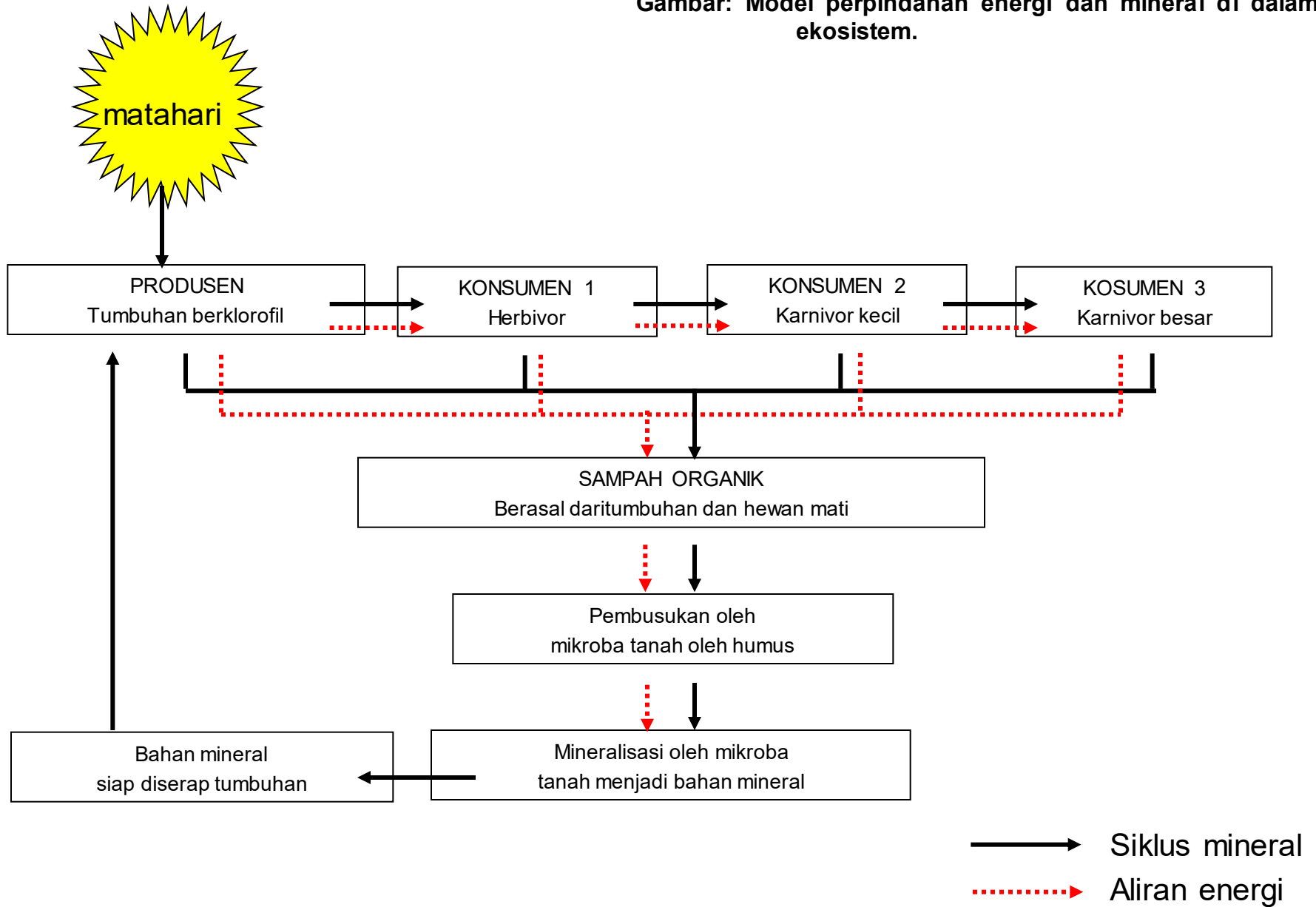


“proses pembentukan bahan organik (gula) dari bahan anorganik dengan bantuan energi cahaya dan klorofil”

- Dari makanan manusia mendapatkan materi dan energi.
- Materi diperoleh dari karbohidrat, lemak, protein. Vitamin dan mineral diperlukan untuk mengatur proses kimia (metabolisme).

- Dalam ekologi: manusia/hewan = konsumen; tumbuhan = produsen.
- Energi = kemampuan untuk melakukan kerja.
- Perilaku energi di alam mengikuti Hukum Termodinamika.
- Hk. Termodinamika 1: “*energi tidak pernah dpt diciptakan dan dimusnahkan*”. Contoh.....
- Hk. Termodinamika 2: “*setiap perubahan bentuk energi, pasti terjadi degradasi energi dari terpusat ke bentuk terpecah*”. Contoh.....

Gambar: Model perpindahan energi dan mineral di dalam ekosistem.



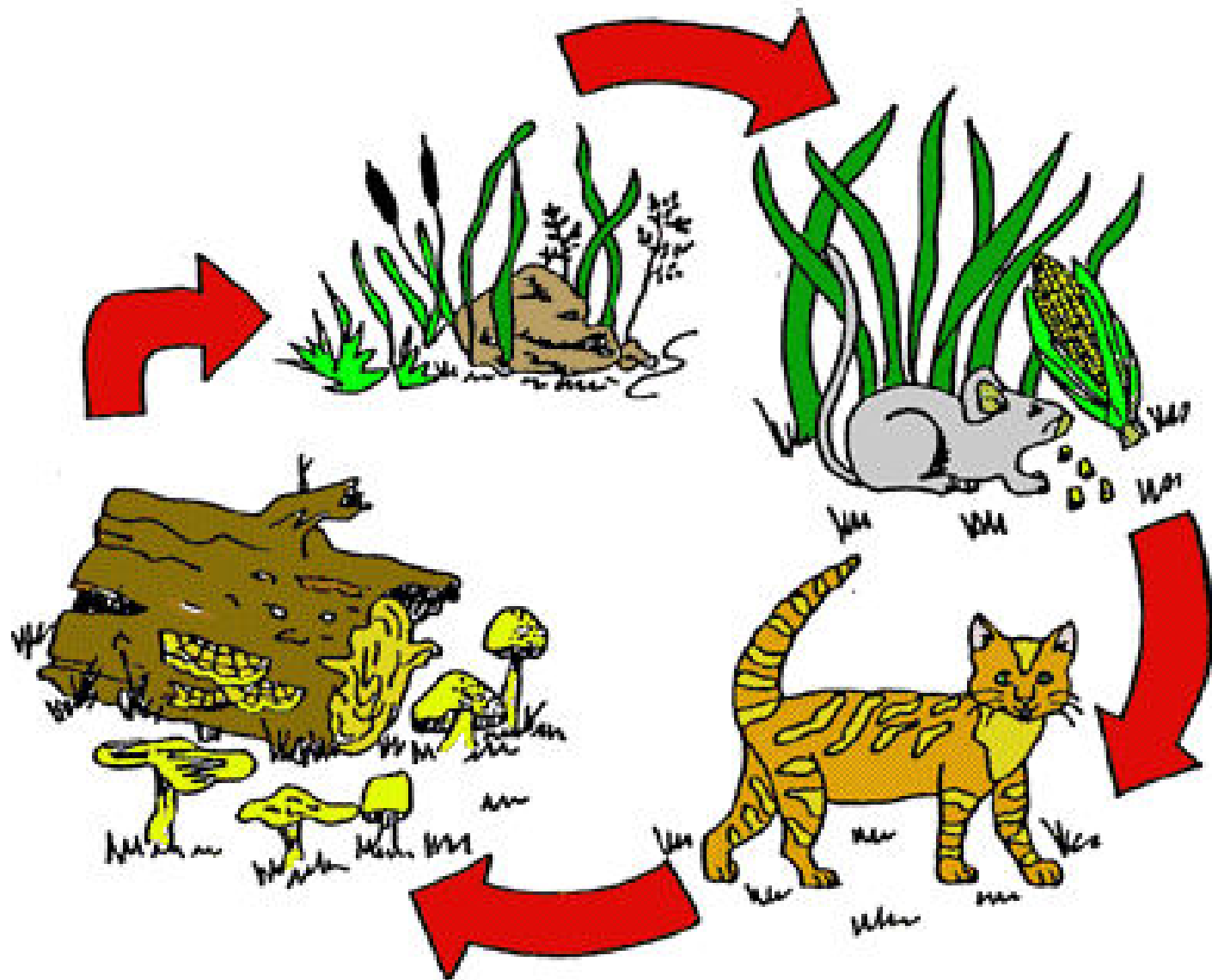
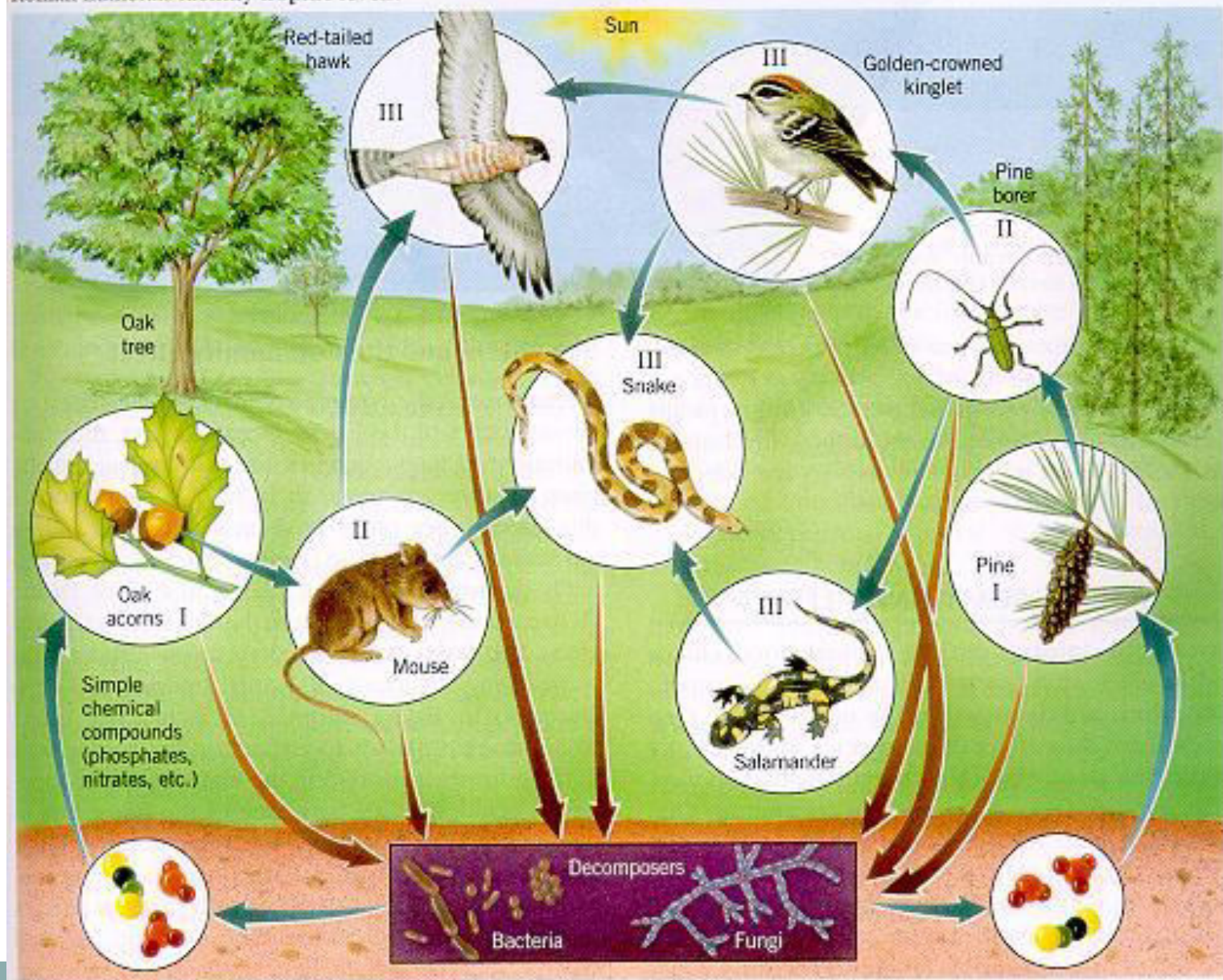
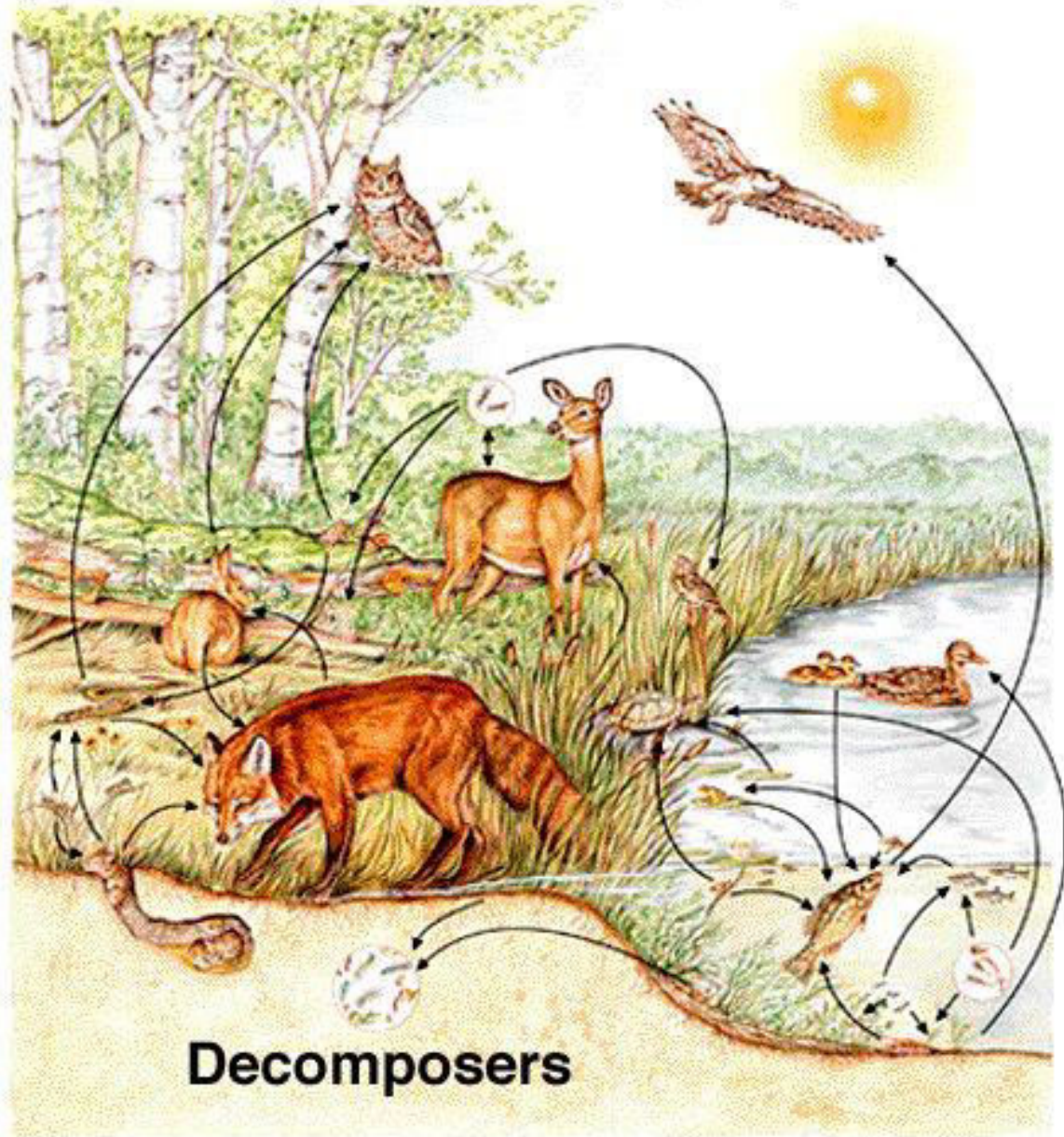


FIGURE 6.3 Food webs: (a) a typical terrestrial food web. Roman numerals identify trophic levels.



A Food Web



3. Sistem produksi, konsumsi, dan dekomposisi

- Produksi utama suatu ekosistem berasal dari fotosintesis.
- Materi dan energi yang dihasilkan akan terus berubah dan berpindah bagi kepentingan makhluk hidup lain (*daur ulang*).
- proses daur ulang: rumput (produsen utama) dimakan rusa (konsumen utama, selanjutnya sebagai produsen kedua). Produsen kedua dimangsa konsumen kedua (harimau, selanjutnya sebagai produsen ketiga).
- Produsen utama, ke-dua dan ke-tiga dapat mengalami perombakan , penguraian (dekomposisi) menjadi bahan organik sederhana bila organisme tersebut mati.
- Proses dekomposisi dilaksanakan oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri.

- Peranan pemangsa dalam suatu ekosistem untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan makhluk hidup yang dimangsa. Contohnya.....
- Dekomposisi oleh jasad renik (enzim) selain bertujuan mendapatkan sumber energi untuk kehidupannya juga berfungsi vital untuk membersihkan sampah dari permukaan bumi.
- Bagian organisme ada yang mudah diuraikan (karbohidrat, lemak dan protein) dan ada yang lambat diuraikan (selulosa, lignin, rambut dan tulang).
- Proses dekomposisi:
 - Produksi humus, berjalan cepat
 - Mineralisasi berjalan lambat
- Proses dekomposisi menghasilkan senyawa kimia yang mempunyai efek + dan – (hormon).

- Fungsi organisme dekomposer dalam suatu ekosistem:
 - 1) Mineralisasi bahan-bahan organik yang telah mati.
 - 2) Menghasilkan makanan untuk organisme lain.
 - 3) Menghasilkan zat-zat kimia “hormon lingkungan”

4. Keseimbangan

- Dalam setiap ekosistem terdapat kecenderungan melawan perubahan atau berusaha untuk tetap berada dalam keadaan seimbang (*homeostatis*).
- Daya tahan homeostatis yang besar pada ekosistem dapat dengan mudah diterobos oleh aktivitas manusia. Contohnya dalam pencemaran sungai dan penebangan hutan.

5. Faktor-Faktor Keterbatasan (*limiting factor*) dan Daya Dukung

- Alam tidak pernah menyediakan sda secara melimpah karena terdapat faktor-faktor keterbatasan (alamiah dan ampur tangan manusia). Contohnya..
- Semua faktor pembatas berinteraksi satu sama lain bisa memperkuat atau memperkecil pengaruh timbal balik. Perubahan yang terjadi pada satu faktor pembatas dapat menaikkan faktor lainnya.
- Lingkungan memiliki daya dukung (*carying capacity*):
“*ukuran kemampuan suatu lingkungan mendukung sejumlah populasi jenis tertentu untuk dapat hidup dalam suatu lingkungan atau kondisi-kondisi fisik yang mampu menghidupi sejumlah populasi makhluk hidup tertentu*”

- *Carying capacity* ditentukan oleh *limiting factor* antara lain: ketersediaan energi minimum, materi-materi yang ada, suhu, ada tidaknya gangguan kimiawi, keragaman komunitas dsb.
- Tersedianya kondisi yang layak bagi kehidupan sangat menentukan jumlah makhluk hidup yang dapat bertahan di suatu lingkungan.
- Faktor lain yang mendukung *carying capacity* antara lain, geografi (*iklim, perubahan cuaca, kesuburan tanah, erosi* dll) dan sosial budaya (*ilmu, pengetahuan, teknologi dan perilaku manusia*) .
- *Carying capacity* suatu lingkungan berbeda untuk setiap jenis makhluk hidup yang berbeda.

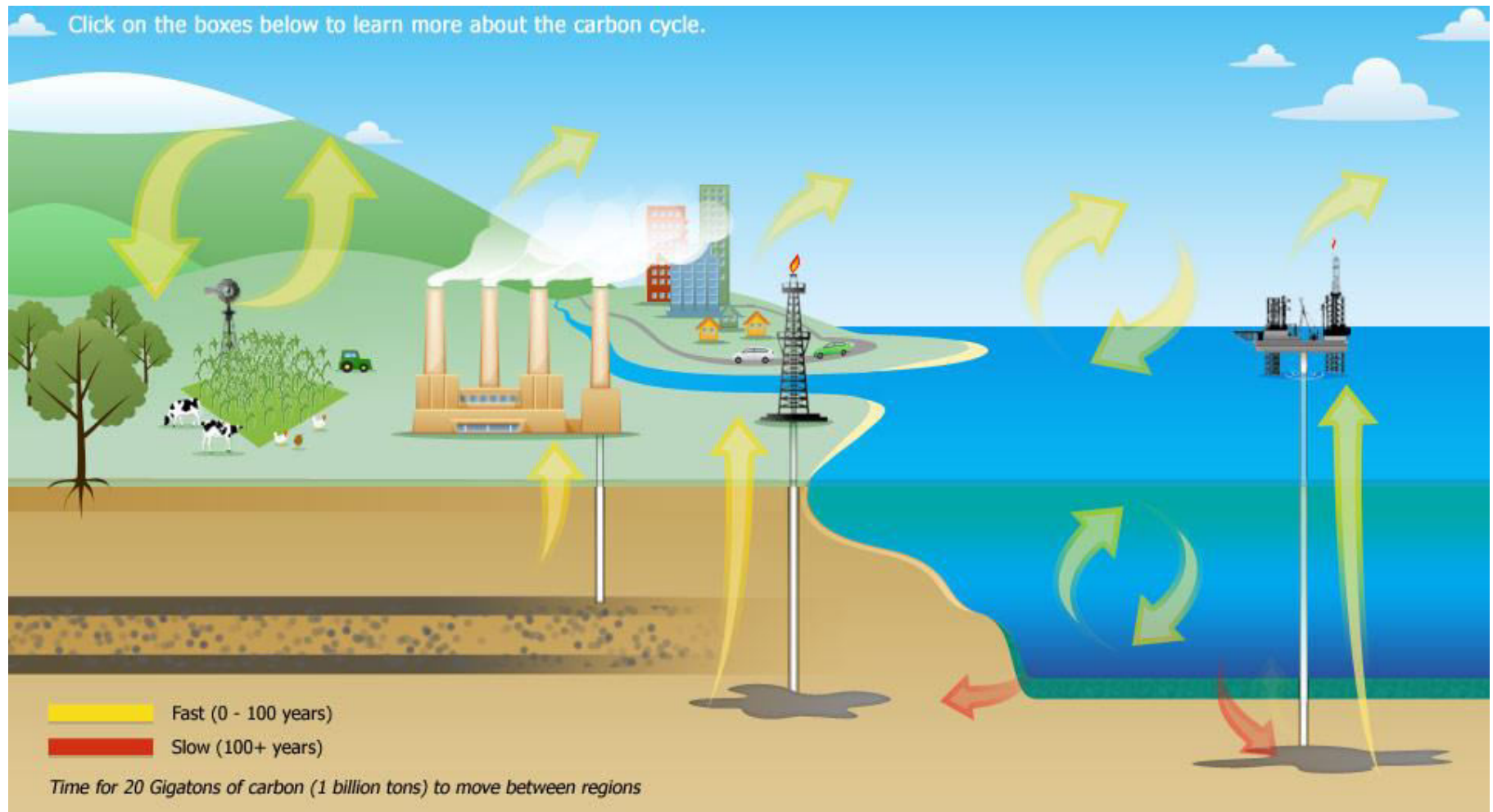
6. Daya Dukung dan Strategi Adaptasi

- Berdasarkan kondisi lingkungan yang dihadapi, strategi adaptasi makhluk hidup dapat dicontohkan sebagai berikut:
 - **Strategi adaptasi K** yaitu menyeimbangkan populasi dengan lingkungan, dimana populasi akan ditekan jika jumlahnya telah mendekati batas daya dukung.
 - **Strategi adaptasi R** yaitu tidak memperdulikan batas daya dukung. Populasi terus berkembang biak melampaui daya dukung sampai terjadi bencana kelaparan dan kematian massal sehingga populasinya turun di bawah K untuk sementara dan akan kembali berkembang populasinya dengan berlebihan.
- manusia tergolong makhluk hidup dengan strategi hidup K .

Pengaruh Manusia Terhadap Lingkungan

- Lingkungan hidup: kesatuan ruang dengan semua benda, daya keadaan dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan makhluk hidup lainnya.
- Hubungan manusia dan lingkungannya adalah sirkuler. Manusia dapat mempengaruhi lingkungannya dan perubahannya akan mempengaruhi manusia juga. Contoh keterkaitan prestasi kerja seseorang pada ruang (lingkungan) yang pengap.
- Contoh lain keterkaitan manusia dan lingkungan adalah kebutuhan oksigen manusia dari hasil fotosintesis dan CO₂ hasil respirasi manusia digunakan oleh tumbuhan untuk fotosintesis.

Click on the boxes below to learn more about the carbon cycle.



Peranan Manusia dalam Menjaga Harmonisasi Lingkungan

- Manusia adalah makhluk yang penting dalam biosfer. Ekosistem di bumi yang belum dipengaruhi manusia hanya tinggal sedikit saja, bahkan banyak ekosistem ciptaan manusia.
- Perbedaan dan persamaan manusia dengan makhluk lain:
 - 1) Manusia sebagai organisme yang dominan secara ekologi.
 - 2) Manusia sebagai makhluk pembuat alat.
 - 3) Manusia sebagai makhluk perampok.
 - 4) Manusia sebagai makhluk pembuat sampah.
 - 5) Manusia sebagai makhluk penyebab evolusi.



PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN MODERN

A. Perkembangan Ilmu Fisika

- Sangat pesat berkembang di negara dengan tradisi ilmu pengetahuan dan pengajaran il. fisika yang baik.
- Kelahiran & perkembangan il. fisika sebenarnya dimulai setelah terjadinya peralihan paradigma mengenai cara dan pendekatan untuk mencari kebenaran.
- Aristoteles, Plato, dan Socrates: *“kekuatan logika dan penalaran deduktif merupakan cara dan proses yang dapat menemukan kebenaran (syllogism)”*.
- Paradigma dirintis oleh Francis Bacon, Galileo dan Newton: *“proses mencari kebenaran dapat pula bersifat induktif dan verifikasi kebenaran harus berdasarkan fakta yang cermat dan terukur”*. Akibatnya: il. pengetahuan & umumnya memiliki validitas terbatas tergantung pada pengamatan kita. Hal inilah yang menjadi landasan empirik il. Pengetahuan alam pada umumnya.

- Interaksi antara fisika dan bidang ilmu lainnya menghasilkan berbagai ilmu interdisiplin dan interaksinya dengan teknologi (*cross-fertilization*).
- Contoh ilustrasi perkembangan konsep fisika:
 - Konsep mengenai cahaya.
 - Ekonofisika, memanfaatkan hukum-hukum serta teori fisika untuk menjelaskan dinamika perkembangan sektor-sektor ekonomi / *phynance*

Sumbangan Fisika bagi kemajuan IPTEK

- Fisika zat padat dan semikonduktor pada teknologi mikroelektronik dan opto-elektronik yang menjadi tulang punggung perkembangan sistem komputer dan komunikasi serat optik.
- Umpan balik yang dihasilkan sangat banyak: teori struktur elektronik, ilmu permukaan (surface science) dan ilmu rekayasa celah pita energi, laser, fisika komputerisasi.

Perkembangan Ilmu Kimia

- “mempelajari tentang materi dan perubahannya”
- Perubahan suatu zat menjadi zat lain dan dapat kembali ke zat semula disebut perubahan fisika, contoh...
- Perubahan suatu zat menjadi zat lain dan tidak dapat kembali ke zat semula disebut perubahan kimia. Contoh...
- Ahli kimia sudah mensintesis ribuan senyawa yang berguna.
- ‘menghitung suatu senyawa yang telah bereaksi”
- “bagaimana reaksi kimia atau reaksi metabolisme di dalam makhluk hidup terjadi”.
- “bagaimana suatu unsur dengan unsur lain berikatan yang disebut ikatan kimia (ikatan ion, hidrogen kovalen)”. Contoh ikatan antara basa nitrogen pada DNA (ikatan hidrogen), ikatan antara ion Na^+ dan Cl^- (ikatan ion).

- Sangat terkait dengan ilmu alam lainnya yaitu Fisika dan Biologi, bahkan matematika (stokiometri)
- Kepentingan ilmu kimia: farmasi, tekstil, medik, industri makanan, cat, plastik, asam cuka, asam nitrat, dll
- Laboratorium kimia berkembang mulanya pada abad pertengahan, yaitu Alkimia yang berusaha mengubah logam biasa menjadi emas.

C. perkembangan Ilmu Biologi

- Aristoteles: abiogenesis
- Fransisco Redy, L. Pastuer, Spalanzani, Oparin-Haldane dan Stanley Miller: Biogenesis
- Ilmu ini berkembang pesat dimulai sejak penemuan mikroskop abad ke-18.
- Felix Dujardin 1835 (prancis) meneliti bagian sel
- Purkinje (1840) meneliti protoplasma
- Bidang kajian: histologi, fisiologi, anatomi, parasitologi, embriologi genetika dll.
- Genetika dimulai saat Gregor mendel (1866) mempublikasikan penelitiannya dengan kacang ercis (*Pisum sativum*) tentang dasar-dasar genetika modern terutama dalam hal pewarisan sifat.

- Watson dan Crick: menemukan DNA adalah materi genetik yang diturunkan dari generasi ke generasi. Selanjutnya berkembanglah rekayasa genetik (*Genetically engineering*).
- Gen dalam lokus di kromosom, kromosom dalam inti sel (nukleus).



SEKIAN
&
TERIMAKASIH