

Freshford

# EVOLUSI DAN PERUBAHAN EKOSISTEM

# Definisi (UURI No 32 Th 2009):

- **EKOSISTEM:** Tatanan unsur lingkungan hidup yg mrp kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dlm membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingk hidup.
- **LINGKUNGAN HIDUP:** kesatuan ruang dg semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yg mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

EVOLUSI: perubahan pada sifat-sifat terwariskan (genetis) suatu populasi organisme dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Penyebab perubahan: kombinasi tiga proses utama:

- Variasi
- Reproduksi
- Seleksi

Evolusi terjadi ketika perbedaan-perbedaan terwariskan ini menjadi lebih umum atau langka dalam suatu populasi.

- Mekanisme Evolusi:
  - Seleksi Alam => sifat unggul lebih umum (lebih banyak diwariskan) dlm suatu populasi = individu dg sifat unggul lebih berpeluang bereproduksi
  - Aliran/hanyutan genetik (*Genetic Drift*) : proses bebas yg menghasilkan perubahan acak pada frekuensi sifat suatu populasi. Hanyutan genetik dihasilkan oleh probabilitas apakah suatu sifat akan diwariskan ketika suatu individu bertahan hidup dan bereproduksi.
- ➔ perubahan kecil terus menerus diakumulasi ➔ species baru

# KO-EVOLUSI

adalah "perubahan (evolusi) pada objek biologis yang dicetuskan oleh perubahan (evolusi) pada objek lain yang berkaitan dengannya".

Contoh:

Pada tingkat spesies: evolusi species inang dengan parasitnya, evolusi mangsa dengan predatornya => krn ada interaksi (faktor biologis)

Dalam banyak kasus seringkali tidak jelas, krn suatu spesies dapat berevolusi sebagai respon dari tekanan seleksi dari banyak spesies lainnya, dan tiap-tiap spesies lainnya juga berevolusi merespon banyak spesies lainnya pula => **koevolusi baur**.

# Perkembangan dan Evolusi Ekosistem

- Ingat terbentuknya ekosistem!
- Perkembangan ekosistem (suksesi ekologis) adalah:
  - = perubahan dalam struktur spesies dan proses komunitas yang berjalan dengan waktu.
  - = proses yang terjadi selama perjalanan waktu sampai pada saat keadaan ekosistem terakhir pada saat ini (pergantian antar satu komunitas dengan komunitas yang lain)

Dapat dibedakan:

- Suksesi otogenik: Jika perubahan suksesional ditentukan terutama oleh ko-aksi internal
- Suksesi allogenik: Jika kekuatan luar (mis. badai, api) secara reguler mempengaruhi atau mengontrol perubahan

- **Pengaruh allogenik versus otogenik** : Jika efek proses allogenik secara konsisten melebihi proses otogenik, seperti dalam kasus banyak **kolam dan situ**, maka ekosistem bukan hanya tidak dapat stabil, bahkan ekosistem akan punah oleh pengisian bahan organik dan sedimen, yang kemudian berubah menjadi tanah berlumpur atau suatu **komunitas terestrial** (Sebutkan contoh kasusnya!)

- Ketika suatu teritori baru dibuka atau siap untuk ditempati (kolonisasi), misalnya sesudah banjir lahar, ladang yang ditinggalkan, atau genangan air baru, suksesi otogenik biasanya dimulai dengan suatu metabolisme komunitas yang tidak seimbang; dimana produksi kasar (P) mungkin lebih besar atau lebih kecil daripada respirasi (R), yang untuk proses selanjutnya menuju kondisi yang lebih seimbang ( $P = R$ ).
- Keseluruhan deretan komunitas dimana yang satu menggantikan yang lain dalam satu area tertentu disebut **SERE**
- Komunitas-komunitas yang relatif sementara dan beragam disebut **TAHAP SERAL** atau **tahap perkembangan** atau **tahap pioner**. Ujung akhir yang stabil disebut **klimaks**, yang berlangsung lama sampai datangnya pengaruh yang mengganggu.

Jadi, Komunitas akhir atau stabil dalam suatu sere adalah **komunitas klimaks**.

Dalam teori, komunitas klimaks adalah mandiri karena ia berada dalam keseimbangan dengan dirinya sendiri dan dengan habitat fisik

=> Produksi tahunan plus impor seimbang dengan konsumsi komunitas tahunan plus ekspor.

- Berdasarkan keadaan awal tempat berlangsungnya suksesi, suksesi dapat dibedakan dalam ;
  - 1. Suksesi Primer** : suksesi yang berlangsung pada substrat yang sebelumnya tidak dihuni oleh suatu komunitas, misalnya arus lava.
  - 2. Suksesi Sekunder** : suksesi yang berlangsung pada tempat yang sebelumnya pernah dihuni oleh suatu komunitas, misalnya hutan tebangan, perladangan berpindah.
- Perubahan komposisi spesies flora disebut **floristik beranting**, sedangkan pada hewan disebut **faunistik beranting**.

# Contoh:

Lahan kosong => setelah jangka waktu tertentu dapat ditumbuhi dan kemudian komunitas tumbuhan tersebut dapat pula digantikan oleh tumbuh-tumbuhan yang lain. Pergantian ini akan senantiasa berlangsung secara terus menerus sampai akhirnya terdapat suatu komunitas tumbuhan yang didapati pada keadaan ekosistem yang terakhir yang stabil (klimaks). => **Suksesi primer atau sekunder?**

# Proses Suksesi (Hipotesis):

1. Perubahan yang teratur dalam komunitas, yakni suatu spesies yang satu menggantikan spesies yang lain karena tiap tahap spesies memodifikasi lingkungan sehingga kurang cocok bagi dirinya sendiri tetapi lebih cocok bagi spesies lain => **suksesi berjalan terarah**, perkembangan komunitas bertingkat **dari komunitas pioneer sampai pada klimaks**.

2. Suksesi secara heterogen karena perkembangan di suatu daerah bergantung kepada **siapa yang sampai di sana pertama kali**. Pergantian spesies tidak perlu teratur karena masing-masing spesies mencoba untuk menghalau atau menekan spesies baru yang datang maka suksesi menjadi **lebih bersifat individual** dan kurang dapat diperkirakan karena **komunitas tidak selalu mencapai klimaks => proses akan terus berlanjut sampai klimaks**

# Catatan:

- Jika tidak terjadi gangguan, suatu ekosistem yang belum mencapai klimaks akan terus berkembang hingga mampu mencapai keadaan klimaks.
- Jika sudah dalam keadaan klimaks, ekosistem akan berusaha untuk mempertahankan keadaannya dalam keadaan optimal apalagi tanpa adanya gangguan. Proses yang ada cenderung berfungsi dalam regulasi dan **homeostasis** (untuk mempertahankan keseimbangan yang ada). **Tetapi**, keadaan seperti ini tidak akan bertahan lama karena ekosistem yang cenderung **dinamis** akan terus berubah-ubah. Jika satu faktor berubah, maka faktor lain dapat berubah.

- Kondisi ekosistem di masa-masa mendatang diduga berada dalam dua kondisi yang berbeda: bisa membentuk keadaan klimaks apabila ekosistem tidak mengalami kerusakan karena adanya gangguan-gangguan; atau, dapat pula ekosistem ini membentuk keadaan yang didalamnya terdapat proses suksesi atau bahkan hilang (musnah) karena adanya gangguan-gangguan, seperti bencana alam dan aktivitas manusia yang merusak alam.

# Perlu diingat!

- **Perubahan ekosistem, karena:**
  - Faktor Alam
  - Faktor manusia (Peranan manusia thd lingkungan)

# Perubahan komunitas menurut waktu:

1. Perubahan musiman, contoh di wilayah iklim temperate (4 musim) => biasanya tidak dimasukkan dlm definisi suksesi
2. Perubahan jangka panjang (ribuan atau jutaan tahun) => perubahan klimatik dan evolusioner (telah adan perubahan klimatik dan genetik) => biasanya tidak dimasukkan dlm definisi suksesi
3. Perubahan yg tjd dlm jangka waktu 1-500 th, hingga terbentuk komunitas klimaks = suksesi

# KO-EVOLUSI EKOSISTEM

- Evolusi ekosistem terjadi dalam kurun waktu yang tidak terbatas sebelum mencapai klimaks.
- Selama kurun waktu evolusi berlangsung, semua komponen ekosistem mengalami perubahan.
- Perubahan dimulai dari salah satu komponen, kemudian menginduksi ke komponen lainnya.
- Dengan demikian, pada evolusi ekosistem jelas terjadi evolusi pada semua populasi yang eksis => konsep ko-evolusi.

- Koevolusi adalah tipe-tipe adaptasi yang khas karena hubungan antarjenis (interspesifik) makhluk hidup.
- Koevolusi digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan yang melibatkan serangkaian adaptasi berbalikan (resiprokal); perubahan pada satu spesies yang berperan sebagai komponen seleksi untuk spesies lain, dan adaptasi perlawanan dari spesies kedua yang timbul sebagai respon pengaruh seleksi yang ditimbulkan oleh spesies pertama.
- Koevolusi secara intensif dipelajari dalam hubungan predator-prey dan simbiosis yang merupakan hubungan antarpopulasi makhluk hidup dalam komunitas.
- Dalam artian terluas, koevolusi adalah "**perubahan pada objek biologis yang dicetuskan oleh perubahan pada objek lain yang berkaitan dengannya**". Tiap-tiap pihak dalam suatu hubungan evolusioner memberikan **tekanan seleksi** kepada pihak lainnya, sehingga mempengaruhi evolusi pihak lain tersebut.

# Prinsip ko-evolusi:

= Mahluk hidup akan semaksimal mungkin mengeksploitasi lingkungan kehidupannya.

Syarat terjadinya koevolusi adalah adanya pola-pola hubungan antara spesies satu dengan spesies yang lain dalam komunitas.

Hubungan antara spesies ini akan memunculkan tipe-tipe adaptasi yang merupakan tanda terjadinya koevolusi.

- Suatu spesies dapat berevolusi sebagai respon dari tekanan seleksi dari banyak spesies lainnya, dan tiap-tiap spesies lainnya juga berevolusi merespon banyak spesies lainnya pula.
  - Spesies merupakan bagian dari populasi yang peka terhadap perubahan ekologis => perubahan genetik yang kecil pada populasi yang menguntungkan satu sama lainnya => Keuntungan yang didapatkan memberikan kesempatan yang lebih besar agar karakteristik ini diwariskan kepada generasi selanjutnya.
- => Seiring dengan berjalannya waktu, mutasi yang berkelanjutan menciptakan hubungan yang kita pantau sekarang.

# Contoh-contoh ko-evolusi:

- Hubungan antara *Pseudomyrmex* (sejenis semut) dengan tumbuhan akasia. Semut menggunakan tumbuhan ini sebagai tempat berlindung dan sumber makanan. Hubungan antar dua organisme ini sangat dekat sehingga menyebabkan evolusi struktur dan perilaku khusus pada kedua organisme. Semut melindungi pohon akasia dari hewan herbivora dan membersihkan tanah hutan dari benih tumbuhan saingan. Sebagai gantinya, tumbuhan mempunyai struktur duri yang membesar yang dapat digunakan oleh semut sebagai tempat perlindungan dan sumber makanan ketika tumbuhan tersebut berbunga.

- Hubungan antara populasi tumbuhan *Passiflora* dengan serangga herbivora kupu-kupu *Heliconius*. Untuk melindungi diri dari larva *Heliconius*, daun muda dan tunas tumbuhan *Passiflora* menghasilkan zat racun. Ternyata larva *Heliconius* mampu menoleransi zat pahit ini dengan enzim pemecah zat racun tersebut. => **Adaptasi balik dari *Passiflora***: memberi makan bagi serangga jenis ini dan memberi tempat untuk bertelur, tetapi bintik daun *Passiflora* mengandung nektar yang mengundang serangga lain yang sekaligus sebagai predator *Heliconius*. Akibat adanya kompetisi/predasi, ancaman *Heliconius* terhadap *Passiflora* sedikit berkurang.

- **Di daerah sekitar Merapi.**

Pada saat Merapi meletus => rusaknya segala sesuatu yang ada di sekitar Merapi, termasuk matinya hewan dan tumbuhan yang ada di sekitarnya.

Dalam jangka waktu tertentu, materi vulkanik dari Merapi akan terurai di dalam tanah hingga menyebabkan tanah di sekitar Merapi menjadi subur => menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman, terutama tanaman perkebunan seperti sayur-sayuran => Produk lebih berkualitas.

=> dengan adanya tumbuhan yang tumbuh dengan lebih baik akan membuat hewan-hewan yang ada di sekitarnya juga berkembang dengan baik (Ketersediaan makanan yang melimpah membuat hewan-hewan tersebut dapat hidup dengan baik) => muncul varietas2 yg lebih unggul drpd varietas sebelumnya => hasil pertanian/perkebunan lebih baik => kehidupan masyarakat lebih sejahtera

# Suksesi Merapi





05.04.2011 15:16





05.04.2011 15:09

# Perubahan musiman



# EVOLUSI BIOSFER

- **Biosfer** adalah bagian luar dari planet bumi, mencakup udara, daratan, dan air, yang memungkinkan kehidupan dan proses biotik berlangsung.
- Dalam pengertian luas, **biosfer** adalah sistem ekologis global yang menyatukan seluruh makhluk hidup dan hubungan antarmereka, termasuk interaksinya dengan unsur litosfer (batuan), hidrosfer (air), dan atmosfer (udara) bumi.
- Bumi hingga sekarang adalah satu-satunya tempat yang diketahui yang mendukung kehidupan. Biosfer dianggap telah berlangsung selama sekitar 3,5 miliar tahun dari 4,5 miliar tahun usia bumi.

- Bumi tempat hidup manusia tersusun atas materi padat, cair, dan gas. Terjadinya kehidupan di bumi dengan “sfir-sfir” kemudian membentuk ekosistem di bumi => dinyatakan sebagai biosfer.

Organisme di bumi dpt dikelompokkan menjadi:

1. fotoautotrof
2. fotoheterotrof
3. kemoautotrof
4. kemoheterotrof
5. osmotrof,
6. fagotrof
7. biotrof
8. saprotrof
9. saprotrof obligat
10. nectotrof obligat
11. nectotrof fakultatif
12. biotrof fakultatif
13. biotrof obligat
14. aerob
15. anaerob
16. anaerob fakultatif
17. mikroaerofil

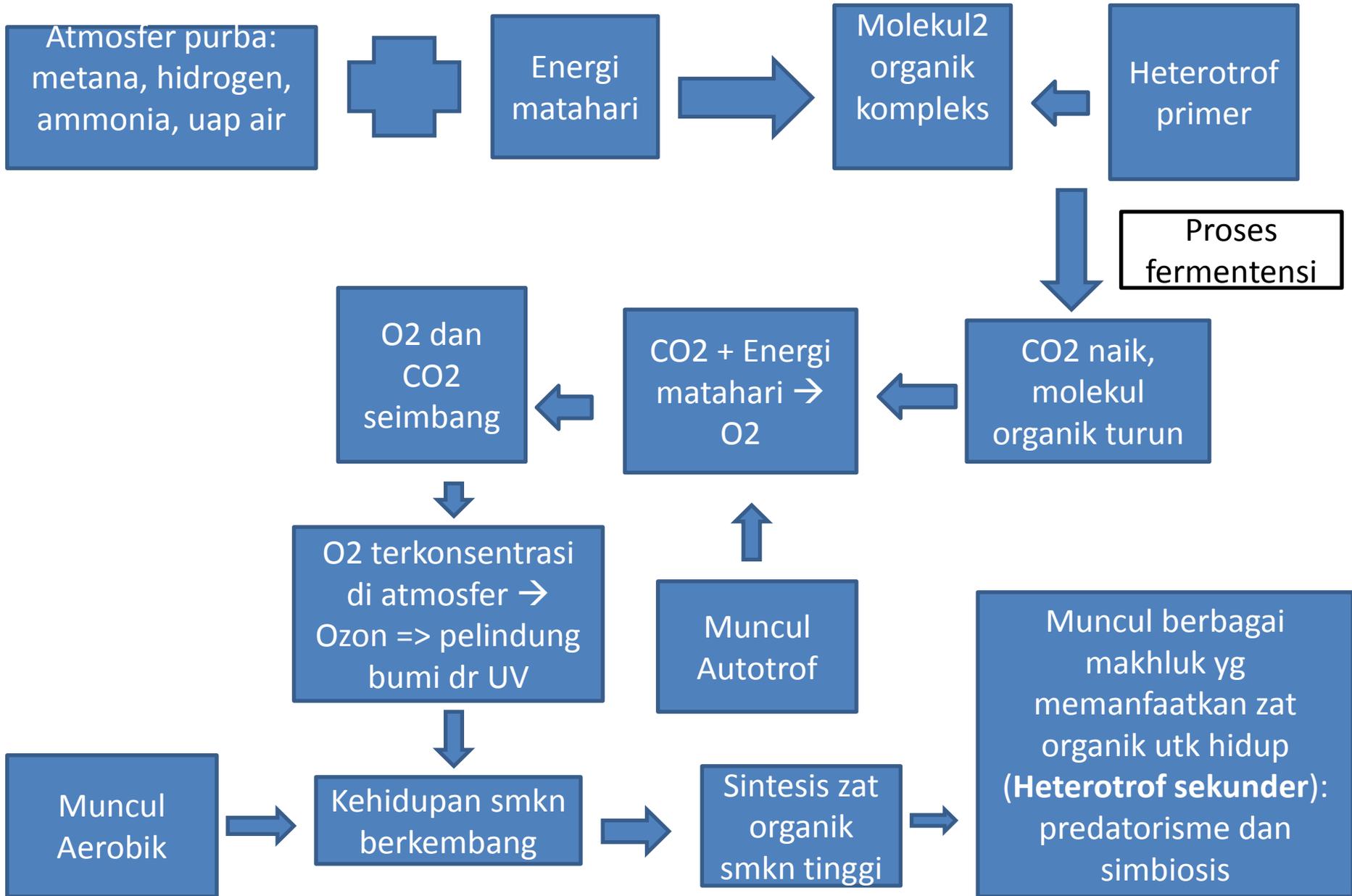
# Siapa pioner terbentuknya biosfer?

adalah organisme **kemoheterotrof**.

=> Hal ini karena pada tahap awal bumi merupakan lautan organik dan penguraian molekul organik ini dilakukan melalui proses fermentasi yang hanya mampu dilakukan oleh organisme kemoheterotrof.

# Tahap perkembangan awal komponen biotik biosfer:

1. Berawal dari atmosfer purba yang menyelimuti bumi, dg komposisi: meliputi metana, hydrogen, ammonia, dan uap air. Pada saat itu hanya ada sinar matahari. => reaksi kimiawi => energi matahari + unsur2 tsb → molekul-molekul organik kompleks.
2. Molekul2 kompleks yg terbentuk tsb. berpeluang melakukan evolusi menjadi makhluk hidup, tetapi karena kala itu bumi merupakan lautan organik, maka hanya dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup yang mampu menghasilkan energi melalui substrat tersebut (**heterotrof primer**)
3. Pemecahan molekul organik oleh **heterotrof primer** meliputi proses fermentasi yang akan menghasilkan CO<sub>2</sub> → atmosfer dipenuhi CO<sub>2</sub> dan molekul organik berkurang. Kuantitas CO<sub>2</sub> yang meningkat dan kelangkaan molekul organik berpengaruh pada adaptasi makhluk hidup sehingga memberi peluang makhluk **autotrof** yang mampu memanfaatkan CO<sub>2</sub> untuk asimilasi atau sintesis dg energi sinar matahari dan dihasilkanlah O<sub>2</sub>. Kemudian terjadi keseimbangan antara O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di atmsfer. O<sub>2</sub> yang dihasilkan terkonsentrasi di atmosfer membentuk ozon yang tidak dapat ditembus oleh sinar UV sampai sekarang.
4. Semakn banyaknya O<sub>2</sub> memberikan peluang besar bagi makhluk hidup semakin besar untuk melakukan pemecahan molekul organik → muncullah makluk **aerobik**.
5. Semakin banyaknya sintesis zat organik mendorong kemunculan makhluk hidup yang memanfaatkan substrat organik untuk kehidupannya. Akhirnya muncullah makhluk hidup yang melakukan **predatorisme** dan **simbiosis**. Inilah yang disebut sebagai **heterotrof sekunder**.



## Hubungan antara tahap-tahap perkembangan awal komponen biotik biosfer terhadap perubahan sfir-sfir yang lain:

- Kondisi atmosfer yg sdh kondusif utk kehidupan dan munculnya makhluk **autotrof** → mendorong munculnya makhluk hidup **heterotrof sekunder**, misalnya jamur. Jamur ini akan mengeluarkan asam utk melarutkan mineral → mempercepat dekomposisi batu-batuan → terbentuk tanah.
- Tanah beserta batu-batuan dan mineral-mineral lain akan membentuk lapisan ribuan meter di dalam bumi = **litosfer**
- Autotrof yang berupa tumbuhan akan mempengaruhi pergerakan air. Penguapan air dari daun juga mempengaruhi pergerakan air. Uap air akan mengalami kondensasi dan jatuh sebagai hujan → mengalir ke sungai, danau, laut, dan juga masuk ke dalam tanah, sedangkan sebagian lagi menguap dari permukaan bumi ke atmosfer kembali. Siklus ini membentuk siklus air. Siklus ini menunjukkan terbentuknya **hidrosfer**.
- **Atmosfer, litosfer, dan hidrosfer** beserta kehidupan di dalamnya merupakan kesatuan yang membentuk **biosfer**.

- Komponen biotik yg paling dominan di biosfer ini adalah organisme heterotrof sekunder, krn organism ini mampu hidup dan menghasilkan energi dari berbagai sumber
    - =>Ada yang hidup dengan bergantung pada organisme autotrof (herbivora,nektotrof, mikroaeorofil, dll)
    - ⇒ Ada yang hidup bergantung pada organism heterotrof sekunder lain( karnivora)
    - ⇒ Ada yang bergantung pada keduanya yakni pada autotrof dan heterotrof(omnivora),
    - ⇒ Ada yang hidup dengan menguraikan dan memanfaatkan senyawa organik tubuh organisme baik autotrof maupun heterotof sekunder yang telah mati( dekomposer:jamur, bakteri).
- Jumlah dari keseluruhan organisme heterotrof ini diperkirakan jauh lebih banyak dibanding jumlah organism autotrof yang ada.

- Biosfer senantiasa berevolusi
- Suatu biosfer akan terus-menerus mengalami perubahan ketika ekosistem penyusunnya yang terdiri dari komunitas-komunitas selalu mengalami suksesi.
- Suksesi ini akan berpengaruh pada keadaan klimaks suatu biosfer.
- Suatu biosfer dikatakan klimaks apabila komponen-komponen penyusunnya berada dalam keadaan seimbang dan stabil.
- Keadaan setimbang tersebut dapat pula hilang atau musnah apabila dipengaruhi suatu faktor yaitu perubahan iklim, perbedaan kondisi tanah ataupun karena bencana.
- Saat ini biosfer tidak atau belum dalam keadaan klimaks karena komponen-komponen penyusunnya senantiasa berubah, baik biotik maupun abiotik (karena komponen-komponen tersebut tidak membentuk suatu keadaan yang setimbang karena banyak faktor).

- Salah satu faktor yg mempengaruhi perubahan biosfer adalah **aktivitas manusia yang tidak bersahabat dengan alam**, seperti penebangan hutan secara liar (*illegal logging*), kebakaran hutan, ataupun pemanfaatan teknologi yang umumnya menimbulkan banyak gangguan terhadap keseimbangan alam => **tjd di seluruh dunia**
- → saat ini komposisi senyawa di atmosfer seperti oksigen berubah secara kuantitas karena semakin banyaknya CO<sub>2</sub> => tidak diimbangi dengan jumlah tumbuhan sebagai organisme yang mampu mengasimilasi CO<sub>2</sub> → **banyak kematian pada organisme-organisme** yang tidak mampu beradaptasi dengan baik, dan juga akan berpengaruh pada **kemampuan organisme-organisme dalam memperbanyak keturunan**.
- Jadi, ini adl bukti bahwa biosfer yang ada sekarang ini tidak dalam keadaan seimbang dan tidak dalam keadaan klimaks.

# Biosfer utk kehidupan manusia

- Kondisi biosfer yang mendukung kehidupan manusia yaitu biosfer yang di dalamnya terdapat sumber-sumber kebutuhan manusia untuk melangsungkan hidupnya.
- Biosfer ini harus cukup aman dan memiliki komponen yang cukup bagi manusia untuk melangsungkan hidupnya, mempertahankan hidupnya, dan melestarikan kehidupannya. Biosfer ini perlu menyediakan sumber makanan (baik nabati maupun hewani) bagi seluruh anggota populasi manusia.
- **Atmosfer** yang merupakan bagian dari biosfer harus dalam kondisi yang baik. Atmosfer ini perlu memiliki komposisi yang tepat untuk hidup manusia, seperti kandungan O<sub>2</sub> yang cukup.
- Atmosfer harus mampu melindungi manusia dari sinar UV yang sangat berbahaya bagi manusia.

- Komponen lain yang harus dalam kondisi baik adalah bagian **hidrosfer**. Siklus air harus lancar mengingat bahwa air sangat penting bagi manusia.
  - =>Sebagian besar tubuh manusia terdiri dari air yang harus selalu dipenuhi kebutuhannya karena jika tidak maka manusia terganggu aktivitas hidupnya atau bahkan mati.
  - => Aktivitas manusia juga tidak dapat lepas dari air.
- Komponen **litosfer** yang menyediakan tanah tempat kita bisa berpijak dan membangun rumah/ tempat tinggal juga harus dalam kondisi baik. Juga harus mengandung unsur-unsur penting dan mampu menyimpan cadangan air tanah dengan optimal sehingga manusia dapat memanfaatkannya dalam memenuhi kebutuhan hidupnya
  - => Bahan makanan yang diperoleh dari tumbuhan yang ditumbuhkan di tanah yang baik, mk hasilnya lebih maksimal sehingga sumber kebutuhan manusia dapat tercukupi dengan baik.

Perlu diingat: Aktivitas manusia memerlukan asupan energi dari makanan yang dimakan.

# TASK OF GROUP

- Make 5 groups of the class
- Search an article of community/ecosystem change topic (a different article per group).  
**Remember:** It should be a journal/ e-journal article, not an article on a blog!
- Discuss it in a group
- Make a summary as a report and submit it next week (journal and its summary)
- Present the summary in front of the class next week (in power point format)