

Bahan Belajar Mandiri 1

Ekologi sebagai Dasar Ilmu Lingkungan

Mimin Nurjhani K, Dra., M.Pd

Pendahuluan

Pernahkah Anda memelihara ikan dalam akuarium atau hewan peliharaan lainnya? Jika pernah, maka Anda pernah mengalami betapa repotnya usaha yang dilakukan agar hewan tersebut tetap hidup dan selalu sehat. Anda harus memberi mereka makan bergizi secara teratur, membersihkan akuarium atau kandang, memberikan ruang untuk bergerak, mengganti air secara teratur, mengatur suhu dan banyak kegiatan lain yang harus dilakukan untuk memelihara hewan. Apakah pernah terpikirkan oleh Anda bagaimana sejumlah kegiatan tersebut dilakukan di danau atau hutan? Siapa yang bertugas melakukan pemeliharaan sejumlah makhluk hidup di lingkungan tersebut?

Kehidupan di danau, kolam, gunung, lautan, gurun pasir berjalan terus tanpa ada manusia yang memberikan makanan, membersihkan kotoran, mengatur suhu dan kegiatan lainnya. Selama jutaan tahun, hewan, tanaman, dan mikroorganisme telah mengembangkan cara mereka sendiri untuk tetap dapat bertahan hidup secara bersama-sama dalam satu lingkungan tertentu. Ekologi merupakan ilmu yang memperhatikan bagaimana makhluk hidup tinggal dalam lingkungan mereka, mengambil segala keperluan mereka dari lingkungan mereka, dan juga memberikan sumbangan peran dalam lingkungan mereka. Fokus perhatian ekologi adalah ekosistem, yang dibentuk oleh sejumlah makhluk hidup yang tinggal bersama dalam suatu lingkungan dan saling berinteraksi satu dengan lainnya. Ekosistem dapat mencakup satu lingkungan kecil seperti setetes air tapi bisa juga besar seluas lautan.

Mengapa ekologi perlu dipelajari? Apakah ada hubungan antara ekosistem dengan kehidupan manusia? Apa peran manusia dalam ekologi? Sejumlah pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan yang jawabannya akan dibahas dalam kegiatan belajar berikut ini.

Modul ini disajikan dalam 2 kegiatan belajar yaitu :

1. Kegiatan Belajar 1 membahas perlunya mempelajari ekologi sebagai landasan pendidikan lingkungan

2. Kegiatan Belajar 2 membahas peranan manusia dalam ekologi dan sebagai pengelola lingkungan

Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat mengidentifikasi dan - menerapkan pengetahuan Anda dalam memecahkan masalah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.

Secara lebih rinci, setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat :

1. membedakan ekologi dan ekosistem
2. mengidentifikasi peranan ekologi sebagai landasan pendidikan lingkungan
3. menunjukkan hubungan ekosistem dengan kehidupan manusia ekosistem dengan kehidupan manusia
4. mengidentifikasi peranan manusia dalam ekologi
5. Merancang upaya pemecahan masalah sederhana dalam konteks ekologi

Agar semua tujuan dapat tercapai, Anda diharapkan membaca modul ini sampai selesai, memahaminya dengan baik, serta melakukan semua kegiatan yang diminta. Untuk menunjang terlaksananya kegiatan yang ada, Anda diharapkan menyiapkan semua peralatan dan bahan yang diminta. Adapun peralatan dan bahan yang harus disiapkan dapat Anda baca dalam uraian kegiatan belajar berikut ini.

Kegiatan Belajar 1 : Ekologi sebagai Landasan Pendidikan Lingkungan

A. Pengantar

Apa definisi ekologi ? Apa saja cakupan ekologi? Mengapa ilmu ini diperlukan oleh manusia dalam mempertahankan hidupnya? Beberapa pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan yang harus dijawab untuk dapat mengerti mengapa ekologi diperlukan sebagai landasan dalam mempelajari lingkungan.

Pemahaman yang benar tentang ekologi juga diperlukan untuk dapat memahami mengapa pendidikan lingkungan perlu diberikan di sekolah sedini mungkin jika ingin kehidupan anak-anak yang ada sekarang berkualitas baik bahkan lebih baik daripada kehidupan mereka sekarang. Ekologi memberikan bekal pengetahuan dan contoh kasus yang bisa digunakan untuk hidup selaras dengan alam. Hidup saling berinteraksi secara wajar dalam proporsi yang seimbang sehingga kualitas kehidupan menjadi lebih baik, tanpa ingin mengambil lebih banyak tetapi memberikan lebih sedikit.

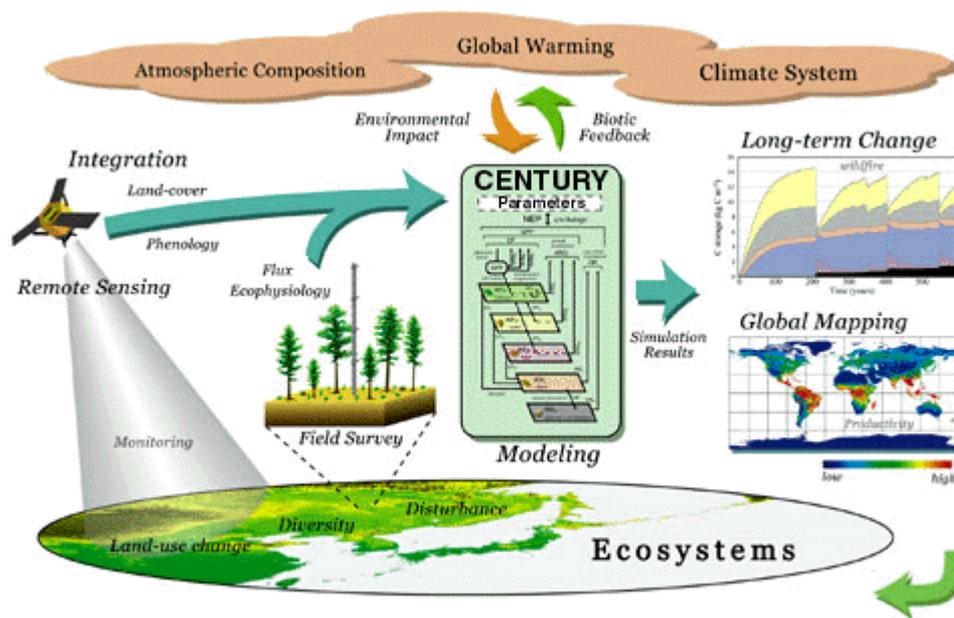
Setelah selesai mempelajari Kegiatan Belajar 1 ini, Anda dapat :

1. menjelaskan definisi ekologi
2. merinci fokus pembahasan dalam ekologi
3. menjelaskan bentuk hubungan antar komponen ekosistem
4. menjelaskan tentang suksesi ekologi
5. memberikan contoh interaksi dalam suatu ekosistem yang mudah ditemukan di lingkungan tempat tinggal

B. Uraian

1. Pengertian Ekologi

Menurut Ernest Haeckel (1860) ekologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang "makhluk hidup dalam rumahnya" atau "rumah tangga makhluk hidup". Dengan kata lain ekologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang bagaimana makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan biologis dan fisik dalam menjalankan kehidupannya, dan bagaimana interaksi tersebut mempengaruhi distribusi dan kelimpahan suatu jenis makhluk hidup. Makhluk hidup dapat bertahan hidup karena kebutuhan hidupnya terpenuhi, makanan cukup oksigen untuk bernapas cukup, suhu lingkungan yang cocok, itu semua dipelajari dan kemudian dipelajari pula bagaimana jumlah serta distribusi jenis makhluk hidup bisa mempengaruhi kondisi biologis dan fisik suatu lingkungan. Ekologi ekosistem merupakan suatu studi untuk mempelajari tentang komponen biotik dan abiotik dari suatu ekosistem dan bagaimana interaksi yang terjadi diantara komponen-komponen tersebut. Hal tersebut penting untuk membantu kita memahami bagaimana memelihara kelestarian lingkungan yang berkualitas baik sehingga produktivitasnya dapat terpelihara.



Gb. 1.1 Ekologi melibatkan komponen biotik & abiotik yang saling berinteraksi

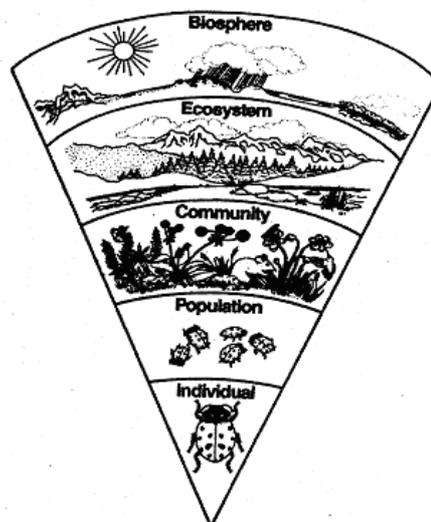
Berdasarkan arti harfiah dari asal katanya, ada persamaan antara ekologi dengan ekonomi. Di dalamnya terdapat transaksi dan aliran alat tukar. Bedanya jika dalam ekonomi transaksi yang terjadi melibatkan barang dan uang sebagai alat tukar, pada ekologi terjadi transaksi yang melibatkan energy, arus materi atau daur materi serta informasi yang berupa suhu, kadar air, dan lain sebagainya. Jadi dapat disebut bahwa ekologi merupakan ekonomi alam yang selalu melakukan transaksi dalam bentuk materi, energy, dan informasi. Arus informasi di dalam komunitas mendapat perhatian utama dalam ekologi. Karena informasi dalam ekologi menentukan kemampuan suatu jenis makhluk untuk tetap bertahan dalam lingkungannya. Sebagai contoh, jika seekor kecoa kehilangan antenanya, maka dia tidak mengetahui apakah ada makhluk lain atau benda di sekelilingnya sehingga gerakannya kehilangan orientasi. Dalam keadaan seperti itu, kecoa kehilangan kemampuan mendapatkan informasi sehingga kemampuannya untuk menentukan strategi bertahan hidup menjadi hilang.

Ekologi melibatkan hubungan antara kelompok produsen dan konsumen. Kelompok produsen merupakan kelompok yang menyediakan barang atau jasa sedangkan konsumen menggunakan barang atau jasa. Dalam konteks ekologi, kelompok produsen adalah kelompok yang bertugas menyediakan sumber-sumber energi bagi konsumen. Biasanya yang bertindak sebagai produsen adalah kelompok tumbuhan berhijau daun yang memiliki kemampuan merubah unsur-unsur anorganik

menjadi senyawa organik dengan bantuan cahaya matahari yang kemudian digunakan oleh konsumennya melalui proses makan.

2. Fokus Pembahasan Dalam Ekologi

Untuk dapat memahami dengan baik dan menyeluruh interaksi yang terjadi antara makhluk hidup dengan lingkungannya, maka kita harus memilih pendekatan yang sistematis untuk mempelajari ekologi. Mulai dari ekosistem dengan cakupan terluas karena melibatkan komponen biotik dan abiotik; lalu bergerak ke arah komunitas di mana terjadi interaksi antar populasi dari jenis makhluk hidup yang berbeda; dan akhirnya populasi, yang terdiri dari sejumlah individu dari jenis makhluk hidup yang sama. Jadi dalam ekologi ada tingkatan yang berlapis mulai dari ekologi organisme, ekologi populasi, ekologi komunitas, dan ekologi ekosistem.

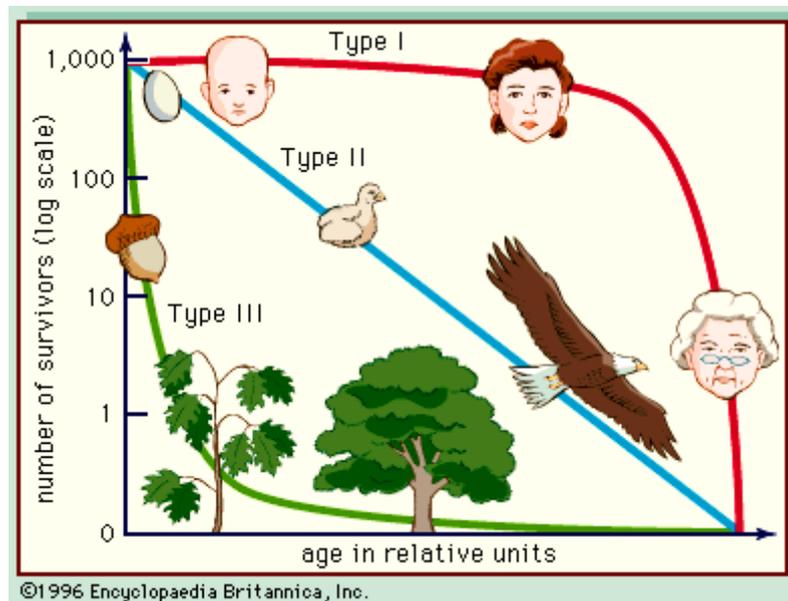


Gb. 1.2 Cakupan ekologi

Ekologi organisme mempelajari tentang perilaku jenis makhluk hidup tertentu. Cara bergerak, tumbuh, mencari makanan, berkembang biak, dan berinteraksi dengan lingkungan tempat tinggalnya merupakan hal-hal yang dipelajari dalam ekologi organisme. Sebagian dari perilaku organisme merupakan hasil kerja dari sistem internal dalam tubuhnya yang dipengaruhi oleh sifat-sifat menurun. Perilaku yang dipengaruhi oleh hasil kerja sistem saraf, hormon, dan otak merupakan perilaku yang disebut reflex dan bersifat instingtif. Akan tetapi sebagian lainnya ditentukan juga oleh lingkungannya. Perilaku yang dipengaruhi oleh lingkungan ini biasanya dikenal sebagai proses belajar yang menentukan kemampuan adaptasi suatu organisme. Perilaku yang merupakan hasil belajar biasanya terbentuk dari pengalaman berulang kali yang hasilnya berupa pola respon terhadap suatu situasi. Kebanyakan

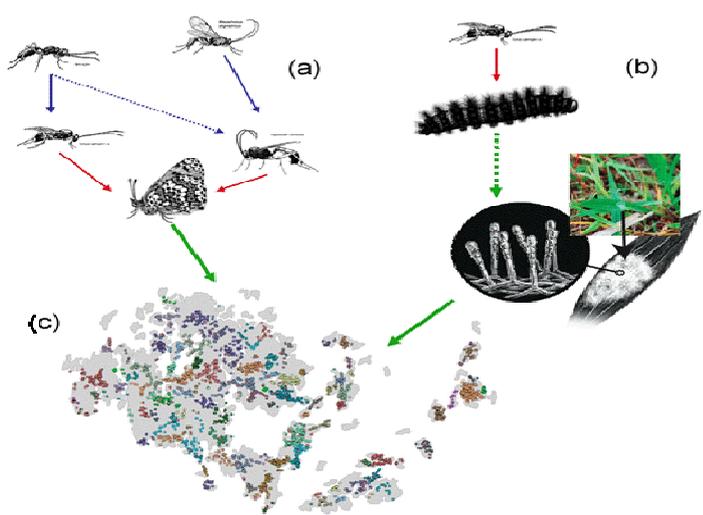
perilaku yang dapat digunakan untuk bertahan hidup merupakan kombinasi dari reflek, insting, dan belajar.

Ekologi populasi mempelajari tentang dinamika populasi. Di dalam suatu ekosistem, jumlah populasi tidak selalu tetap terkadang naik bisa turun atau kisarannya tetap. Biasanya jumlah populasi bergantung dari daya dukung lingkungan tempat tinggalnya. Jika daya dukung cukup baik, maka jumlah populasi juga akan meningkat. Jika daya dukung menurun, maka jumlah populasi cenderung menurun. Selain itu, kondisi lingkungan juga mempengaruhi distribusi populasi. Dinamika populasi dipengaruhi oleh strategi perkembangbiakan, kompetisi, predasi. Jumlah kelahiran, jumlah kematian, komposisi anggota populasi berdasarkan usia, dan perpindahan (migrasi) mempengaruhi dinamika populasi.



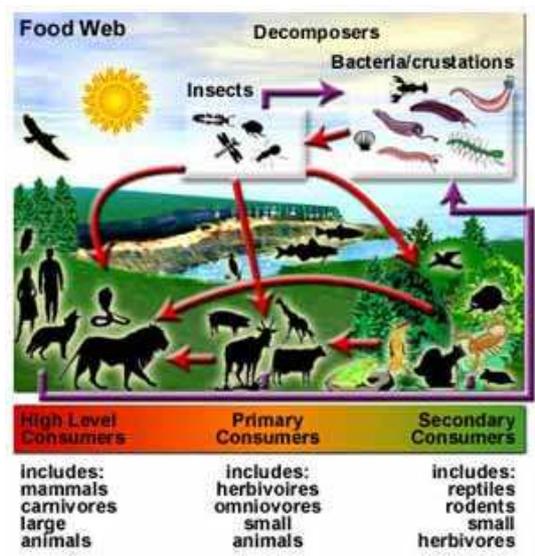
Gb. 1.3 Ekologi populasi

Ekologi komunitas menggambarkan bagaimana suatu jenis makhluk hidup yang hidup di lingkungan tertentu berinteraksi dengan jenis makhluk hidup lain di lingkungan yang sama. Biasanya ada semacam bentuk persaingan yang dilakukan oleh makhluk hidup agar dapat bertahan dan tetap ada di lingkungan tersebut. Persaingan semacam ini akan menghasilkan bentuk-bentuk adaptasi makhluk hidup yang unik. Bentuk-bentuk adaptasi yang dihasilkan bisa berupa adaptasi bentuk tubuh yang memudahkan lari dari predator, menyesuaikan bentuk tubuh dengan suhu, menyesuaikan perilaku dengan jumlah air dan lain sebagainya. Ekologi komunitas ini penting dipelajari karena beberapa strategi adaptasi dapat ditiru dan dijadikan strategi adaptasi manusia agar dapat bertahan di ekosistemnya. Misalnya kita membuat pakaian dengan bulu yang tebal agar dapat bertahan di tempat yang suhunya rendah.



Gb. 1.4 Ekologi Komunitas

Ekologi ekosistem merupakan tingkatan yang paling kompleks dalam hal organisasi biologis. Suatu ekosistem merupakan lingkungan pendukung kehidupan yang paling lengkap. Ekosistem bisa berukuran kecil, misalnya akuarium; bisa juga berukuran besar misalnya ekosistem di biosfer. Rincian mengenai ekologi ekosistem dapat Anda pelajari pada BBM 2.



Gb.1.5 Ekologi ekosistem

3. Suksesi

Anda tentu masih ingat dengan istilah komunitas, bukan? Komunitas merupakan kelompok berbagai populasi yang berinteraksi satu sama lain di suatu daerah atau wilayah tertentu. Susunan komunitas selalu dibangun dalam kurun waktu yang cukup lama. Contoh yang dapat dijadikan model bagaimana komunitas lahir dan berkembang adalah invasi (serbuan suatu jenis organism dari luar wilayah) dan

kolonisasi (tumbuhnya organism tertentu) yang terjadi pada wilayah yang berada di dekat gunung meletus. Ketika gunung meletus, semua makhluk hidup di wilayah tersebut musnah karena tersapu lahar panas, permukaan tanah tertutup lahar sehingga terjadi perubahan tekstur dan kandungan unsur-unsur tanah. Setelah beberapa bulan berlalu, di permukaan tanah akan muncul invasi jamur, lumut, dan organism lain yang biasa hidup di permukaan batu dan tanah yang gersang. Setelah komunitas perintis tadi tumbuh, maka terjadi perubahan komposisi faktor abiotik. Tumbuhan orgainsme yang sudah mati akan terurai dan bercampur dengan batuan yang terkikis oleh cuaca, akan mengalami perubahan komponen unsure pembentuknya sehingga memungkinkan untuk menampung kebutuhan tumbuh dari tumbuhan yang lebih tinggi seperti lumut dan paku-pakuan. Akhirnya, tumbuhnya jenis-jenis tumbuhan tadi akan diikuti dan kemudian digantikan oleh tumbuhan yang lebih besar dan membutuhkan makanan yang lebih banyak seperti jenis tumbuhan berbiji, perdu, dan pepohonan. Bagan berikut menggambarkan urutan terjadinya suksesi yang terjadi di darat.



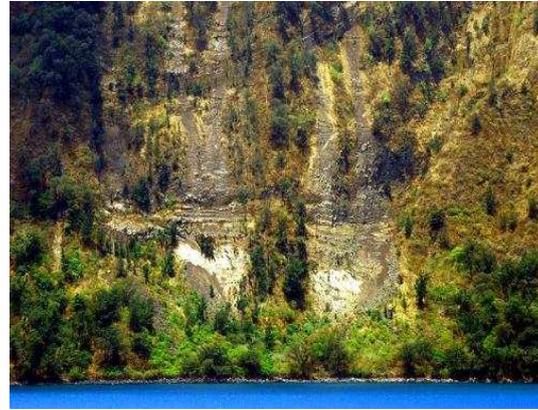
Gb. 1.6 Alur suksesi di darat

Pergantian beberapa spessies oleh spesies lainnya dalam kurun waktu tertentu dikenal dengan istilah suksesi ekologi. Komunitas terakhir dan stabil (tidak berubah) yang mencapai keseimbangan ekosistem disebut komunitas klimaks. Setelah kurang lebih 50-150 tahun proses pembentukan komunitas klimaks pada daerah bekas muntahan lahar gunung berapi bisa tercapai. Komposisi komunitas ekosistem yang terbentuk, sama dengan komposisi ekosistem sebelum terkena muntahan lahar gunung meletus. Contoh yang dapat dilihat saat ini adalah pulau Krakatau yang saat ini tampak sudah

mencapai komunitas klimaks dengan berbagai tipe ekosistem dengan usia yang berbeda ditemukan dari pantai hingga ke puncak gunung. Yang terjadi di pulau Krakatau merupakan contoh dari ekosistem suksesi primer.



a. Gunung Anak Krakatau



b. Komunitas klimaks di Pulau Krakatau

Gb. 1.7 Gunung Anak Krakatau di Pulau Krakatau

Jika ada ekosistem suksesi primer tentu ada yang sekunder, seperti apa yang disebut ekosistem suksesi sekunder? Ekosistem yang berkembang karena sebelumnya mengalami kerusakan, tetapi komunitas yang terbentuk sama sekali berbeda dengan komposisi ekosistem semula disebut ekosistem suksesi sekunder. Suksesi seperti ini biasanya terjadi akibat ulah manusia yang semula membutuhkan lahan tetapi kemudian ditinggalkan begitu saja dalam keadaan yang rusak total.

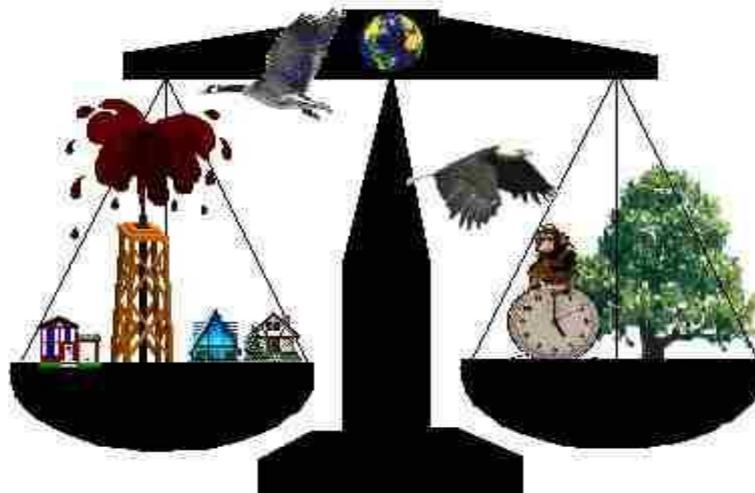


Gb. 1.8 Lokasi yang merupakan awal suksesi sekunder

Selain tumbuhan, organism lainpun dapat terlibat dalam peristiwa suksesi. Akan tetapi komposisi komunitas hewan misalnya akan mengikuti dinamika komunitas tumbuhan.

Baik hewan maupun tumbuhan biasanya akan mengalami perubahan komposisi seiring dengan interaksi yang terjalin diantara keduanya dan akan saling memberi pengaruh terhadap tipe-tipe organisme melalui persebaran dan migrasi. selain di darat juga terjadi di air. Jika suksesi terjadi di lingkungan berair dikenal dengan istilah hidrosere, sedangkan di lingkungan air payau dikenal dengan istilah *halosere*.

Jika berbicara tentang komunitas klimaks, maka biasanya akan dibicarakan juga tentang spesies atau jenis organisme yang dominan dan yang kurang dominan pada suatu penggalan waktu dalam proses suksesi. Komposisi jenis juga dipengaruhi oleh musim. Sehingga muncul hipotesis yang dikemukakan bahwa komunitas klimaks akan tercapai pada musim tertentu. Akan tetapi, hipotesis ini ternyata dibantah oleh teori yang menyatakan bahwa lahan baik di pegunungan, dataran rendah maupun tinggi, tetap mengalami erosi akibat adanya perubahan komunitas setiap saat. Sehingga komunitas klimaks senantiasa dipengaruhi oleh banyak faktor fisik bukan hanya musim, seperti kondisi tanah, topografi, adanya gangguan seperti kebakaran. Suatu ekosistem dinyatakan sebagai ekosistem yang memiliki komunitas klimaks jika komunitas tersebut mencapai kestabilan sepanjang masa.



Gb. 1.9 Komunitas klimaks senantiasa dipengaruhi oleh banyak factor fisik bukan hanya musim, seperti kondisi tanah, topografi, adanya gangguan seperti kebakaran

Walaupun suksesi berlangsung di tempat, waktu serta melibatkan jenis organisme yang berbeda, tetapi ada aturan yang berlaku:

- a. Susunan jenis berubah terus selama suksesi, dengan kadar perubahan yang cepat pada sere permulaan dan akan melambat pada sere lanjut

- b. Jumlah jenis akan semakin bertambah ketika mendekati klimaks, tetapi sering terjadi sedikit penurunan ketika mendekati klimaks. Jenis-jenis organisme yang bersifat heterotrof biasanya bertambah menjelang akhir klimaks
- c. Baik biomassa (berat total populasi yaitu sama dengan jumlah individu dalam populasi dikalikan dengan berat rata-rata individu tersebut) dalam ekosistem maupun bahan organik dari organisme yang mati bertambah selama suksesi hingga tercapai suatu keseimbangan
- d. Jaringan pangan berkembang menjadi lebih kompleks, dan hubungan antar jenis menjadi lebih khusus
- e. Meskipun jumlah bahan organik baru yang disusun oleh produsen tetap sama, kecuali pada sere permulaan, jumlah persen yang digunakan pada berbagai tingkat tropik meningkat

Jadi dapat disimpulkan bahwa suksesi cenderung mengarah pada terbentuknya sistem yang lebih seimbang dimana energi yang terbuang sangat sedikit.

Biomassa yang terbentuk lebih besar tanpa menambah persediaan energi.

Faktanya banyak suksesi yang terjadi di wilayah yang sama, pada mulanya habitatnya berbeda tetapi menghasilkan komunitas klimaks yang sama.

4. Contoh interaksi dalam suatu ekosistem yang mudah ditemukan di lingkungan tempat tinggal

Pernahkah Anda memperhatikan dapur di rumah Anda? Ketika Anda pulang dari pasar dan mulai memasak bahan-bahan makanan, apakah ada makhluk hidup yang datang ke dapur Anda? Ada berapa jenis makhluk hidup yang Anda kenali? Dapur merupakan suatu contoh ekosistem dengan cakupan kecil. Di dapur tempat Anda memasak dan menyimpan makanan pasti terdapat makhluk hidup lain yang menumpang tinggal. Misalnya semut, lalat, cecak, kecoa, bahkan kucing.

Semut akan datang dan tinggal di dapur Anda karena pasti ada ceceran gula, atau sisa daging pada tulang, bahkan ceceran air kaldu di lantai dapur Anda. Tidak semua jenis semut menyukai gula pasir, ada pula semut yang menyukai daging dan air kaldu. Kadang jika musim kemarau, semut juga mendatangi tempat persediaan air minum Anda untuk ikut minum. Lalat datang pada saat Anda mengeluarkan barang belanjaan dari pasar terutama yang memiliki aroma yang kuat. Mereka akan mengisap senyawa organik tertentu dari bahan makanan atau sisa bahan makanan atau makanan yang ditumpuk di tempat sampah. Cecak juga akan muncul jika ada makanan disimpan di

meja dapur Anda, serta ikut mencicipi hidangan Anda. Jadi sebenarnya untuk mengamati ekosistem tidak usah mencari ke luar rumah, bahkan di dalam rumah terdapat unit-unit ekosistem sederhana yang mempertahankan keberadaannya dengan strateginya sendiri.

C. Latihan 1

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

1. Apa saja komponen ekosistem?
2. Apa yang dipelajari dalam ekologi?
3. Berilah contoh apa yang dipelajari pada ekologi organisme.
4. Apa yang menjadi fokus dalam mempelajari ekologi populasi? Berikan contohnya.
5. Apa perbedaan antara ekologi komunitas dengan ekologi ekosistem?
6. Dapatkah Anda menggambarkan alur terjadinya suksesi?
7. Apa yang membedakan antara suksesi primer dan sekunder?
8. Berikan 5 contoh ekosistem yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar tempat tinggal Anda. Ingat bahwa ekosistem harus melibatkan komponen ekosistem dan interaksinya.

Petunjuk menemukan jawaban latihan

1. Ekosistem merupakan suatu sistem, jadi tentu saja suatu sistem tidak bisa terbentuk jika tidak melibatkan lebih dari satu komponen untuk menjalankan suatu fungsi atau mencapai tujuan yang sama.
2. Adanya keterlibatan lebih dari satu komponen dalam satu sistem tentunya harus ada hubungan, Anda tinggal mengaitkan dengan pengertian ekosistem.
3. Ekologi organisme merupakan cabang ekologi dengan fokus pada perilaku individu jadi Anda tinggal mencari contoh yang sesuai dengan definisi tersebut.
4. Jika berbicara tentang populasi tentu saja fokusnya adalah dinamika populasi, Anda tinggal merinci apa saja yang mempengaruhi jumlah populasi.
5. Ekologi komunitas dan ekologi ekosistem dapat dibedakan dari cakupannya. Menurut Anda mana yang lebih luas, komunitas atau ekosistem?

6. Alur dimulai dari lahan yang gundul berupa bebatuan, apa yang dapat tumbuh di atas batuan? Jika Anda sudah menemukannya maka Anda dapat membaca kembali teks hal.8
7. Perbedaan suksesi primer dan sekunder dibedakan dari tempat terjadinya, lihat kembali teks hal.9
8. Contoh ekosistem banyak terdapat di sekeliling tempat tinggal kita. Yang penting di dalamnya menggambarkan ada komponen ekosistem dan bagaimana komponen-komponen tersebut saling berinteraksi.

D. Rangkuman

Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang bagaimana makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan biologis dan fisik dalam menjalankan kehidupannya, dan bagaimana interaksi tersebut mempengaruhi distribusi dan kelimpahan suatu jenis makhluk hidup. Dalam ekologi ada tingkatan yang berlapis mulai dari ekologi organisme, ekologi populasi, ekologi komunitas, dan ekologi ekosistem. Ekologi organisme mempelajari tentang perilaku jenis makhluk hidup tertentu. Ekologi populasi mempelajari tentang dinamika populasi yang dipengaruhi oleh laju kelahiran, laju kematian, dan komposisi penduduk berdasarkan usia. Ekologi komunitas menggambarkan bagaimana suatu jenis makhluk hidup yang hidup di lingkungan tertentu berinteraksi dengan jenis makhluk hidup lain di lingkungan yang sama. Ekologi ekosistem merupakan tingkatan yang paling kompleks dalam hal organisasi biologis karena mencakup semua aspek mulai dari perilaku organisme, dinamika populasi, interaksi dalam komunitas yang terjadi di suatu ekosistem. Pergantian beberapa spesies oleh spesies lainnya dalam kurun waktu tertentu dikenal dengan istilah suksesi ekologi. Komunitas terakhir dan stabil (tidak berubah) yang mencapai keseimbangan ekosistem disebut komunitas klimaks

TES FORMATIF 1

Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Hara bagi tumbuhan dibutuhkan untuk ...
 - A. Respirasi
 - B. Transpirasi
 - C. Fotosintesis**
 - D. Transportasi

2. Apabila tidak terjadi pendauran hara maka ...
 - A. Proses pembusukan meningkat
 - B. Pertumbuhan organisme akan terlambat**
 - C. Kehidupan organisme subur
 - D. Curah hujan akan terlambat

3. Kedua bagian utama dari daur biogeokimia adalah ...
 - A. Pul cadangan dan pul pertukaran**
 - B. Daur gas dan daur sedimen
 - C. Komponen biotik dan komponen abiotik
 - D. Udara dan tanah

4. Perbedaan yang utama antara daur gas dan daur sedimen adalah ...
 - A. Organisme yang terlibat
 - B. Tempat berlangsungnya pendauran
 - C. Stabilitas dalam pendauran**
 - D. Proses pendauran

5. Dalam pendauran nitrogen maka nitrat yang dapat diserap tumbuhan terbentuk oleh, kecuali ...
 - A. Larutnya nitrogen di atmosfer dalam air hujan
 - B. Loncatan listrik di atmosfer sewaktu halilintar**
 - C. Kerjanya bakteri simbiosis dengan tumbuhan
 - D. Kegiatan ganggang dan fungsi dalam tanah

6. Pembakaran bahan bakar fosil berpengaruh pada kestabilan pendauran zat, kecuali ...
 - A. Karbon
 - B. Sulfur
 - C. Nitrogen
 - D. Hidrogen**

7. Pul cadangan sulfur anorganik dalam batuan akan kembali masuk dalam aliran pendauran melalui proses ...
- A. **Pelapukan dan erosi**
 - B. Penyerapan akar tumbuhan
 - C. Pencucian air hujan
 - D. Reduksi oleh *desulfovibrio desulfuricaus*
8. Proses pendauran yang dapat berlangsung dalam keadaan anerob adalah ...
- A. Pengubahan karbon fosil menjadi gas karbon
 - B. **Pengubahan nitrat menjadi nitrogen atmosfer oleh bakteri denitrifikasi**
 - C. Pembuatan nitrat oleh *Ozotobacter* dalam tanah
 - D. Pengubah sulfur dalam batuan oleh proses reduksi dan oksidasi
9. Populasi manusia adalah makhluk hidup di bumi yang paling banyak memerlukan air, sebab ...
- A. Daur hidrologik berhenti pada spesies manusia
 - B. **Faktor kemajuan budaya akan meningkatkan kebutuhan air**
 - C. Jumlah populasinya terbesar dibandingkan dengan populasi makhluk lainnya
 - D. Habitat manusia bukan ekosistem perairan, namun manusia sangat membutuhkan air
10. Kehancuran ekologik mengingatkan manusia untuk ...
- A. Menggunakan SDA sebanyak yang kita butuhkan
 - B. Selalu hemat energi
 - C. Tidak menggunakan sumber daya alam
 - D. **Menerapkan prinsip *reuse* dan *recycle***

Kegiatan Belajar 2 : Hubungan Ekologi dengan Kehidupan Manusia dan Perannya Sebagai Pengelola Kehidupan

A. Pengantar

Bagaimana keterlibatan manusia dalam ekologi ? Apa perbuatan manusia yang mempengaruhi ekosistem? Mengapa hal tersebut perlu diketahui oleh manusia? Beberapa pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan yang harus dijawab untuk dapat mengerti dalam kaitannya dengan ekologi sehingga dapat dijadikan sebagai landasan dalam mempelajari lingkungan. Pemahaman yang benar tentang hubungan manusia dengan ekologi juga diperlukan untuk dapat menentukan arah pendidikan lingkungan perlu diberikan di sekolah.

Apakah semua manusia bertindak sebagai perusak ekosistem? Apakah tidak ada manusia yang bertindak sebagai pengelola lingkungan? Bagaimana cara melakukan pengelolaan dan memperbaiki lingkungan yang sudah rusak?

Beberapa pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan yang perlu dijawab untuk memahami bahwa lingkungan dapat dikelola dengan baik oleh manusia. Masih ada manusia yang peduli lingkungan, sehingga muncul pengembangan program-program biokonservasi dengan tujuan mengelola lingkungan dengan baik agar selamanya tetap bertahan dalam kondisi yang seimbang di permukaan bumi ini. Kualitas lingkungan yang baik tentu akan mendukung kelestarian hidup manusia juga pada akhirnya. Uraian berikut ini bertujuan untuk memberikan wawasan bahwa melakukan pelestarian maupun perbaikan lingkungan tidak mudah. Perlu penerapan prinsip ekologi yang benar dan cara yang sesuai untuk melakukan pelestarian dan perbaikan lingkungan yang rusak.

Setelah selesai mempelajari Kegiatan Belajar 2 ini Anda dapat :

1. Menjelaskan peranan manusia sebagai pengelola lingkungan
2. Menjelaskan hubungan antara ekologi dengan konservasi lingkungan
3. Merinci hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam menentukan luas cagar alam
4. Merinci 2 langkah penting dalam melakukan ekologi restorasi
5. Mengidentifikasi perilaku manusia yang mempengaruhi ekologi
6. Menganalisis dampak perilaku manusia terhadap ekosistem

7. membedakan contoh perilaku manusia yang membawa dampak positif bagi ekosistem dari perilaku yang menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem.

B. Uraian

Jika berbicara tentang ekologi dalam kaitannya dengan kehidupan manusia, maka fokus pembahasannya bukan hanya berkaitan dengan ekosistem saja tetapi juga dengan aspek budaya. Jadi yang dibicarakan bukan hanya bagaimana interaksi antara manusia dengan makhluk lain, tetapi juga dengan faktor abiotik dan juga dengan bentuk interaksi sesama manusia dan teknologi.

Lingkungan bisa merubah kehidupan manusia, sebaliknya kehidupan manusia juga dapat merubah lingkungan. Manusia mempunyai sejumlah kebutuhan yang harus dipenuhi untuk mempertahankan hidupnya. Sejumlah kebutuhan manusia diambil dari lingkungan di sekelilingnya. Hal ini merupakan fenomena yang alamiah terjadi, akan tetapi karena manusia memiliki kemampuan bertahan hidup yang tinggi maka lingkungan seringkali tidak sanggup memberikan dukungan terhadap jumlah populasi manusia yang terus bertambah. Dewasa ini laju pertumbuhan populasi manusia bertambah pesat. Angka populasi terus bertambah bukan disebabkan oleh peningkatan kelahiran, tetapi lebih disebabkan adanya penurunan angka kematian.

Dunia yang kita tempati telah dibentuk oleh manusia melalui banyak cara. Kita telah menciptakan berbagai pilihan teknologi untuk mencegah, menghilangkan, atau memberi perlakuan pada kehidupan dan lingkungan serta untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Kita memiliki aliran sungai yang deras dan hutan yang bersih, membuat bahan dan mesin yang baru, menutupi lahan dengan kota dan jalan, dan memutuskan-seringkali hanya dengan pertimbangan jangka pendek, memusnahkan makhluk hidup lain. Kalau dipikirkan, kemudian, banyak bagian dari dunia kita telah dirancang-dibentuk dan dikendalikan, kebanyakan melalui penggunaan teknologi-untuk mengikuti apa yang kita inginkan. Kita telah membawa bumi pada satu titik dimana masa depan kita akan banyak bergantung pada bagaimana kita mengembangkan dan menggunakan teknologi tertentu. Sebagai akibatnya, hal itu akan bergantung pada seberapa baik kita memahami bagaimana kerjanya teknologi dan sosial, budaya, ekonomi serta sistem ekologi dimana kita hidup.

1. Kehadiran Manusia

Populasi yang ada di muka bumi, telah bertambah 3 kali lipat selama abad ini. Walaupun demikian, kehadiran manusia, yang telah tersebar hampir di seluruh permukaan bumi, telah membawa banyak perubahan besar jika dibandingkan dengan jumlahnya. Kita telah mengembangkan kapasitas untuk mendominasi hampir semua spesies tanaman dan hewan jauh daripada yang bisa dilakukan spesies lain dan kemampuan untuk menentukan masa depan daripada memperhatikan tanggapan mereka terhadap kita.



Gb. 1.10 Aktivitas manusia yang mempengaruhi ekosistem

Penggunaan kapasitas tersebut mendatangkan keuntungan sekaligus kerugian. Disatu pihak, perkembangan teknologi membawa keuntungan bagi masyarakat. Kebanyakan orang sekarang telah memiliki akses terhadap barang dan jasa yang hanya bisa dinikmati oleh orang yang berkecukupan seperti transportasi, komunikasi, nutrisi, sanitasi, pemeliharaan kesehatan, hiburan, dan lainnya. Di pihak lain, kesejahteraan manusia yang bertambah baik itu telah menempatkan kita semua dan makhluk hidup lainnya dalam satu jenis resiko yang baru. Pertumbuhan teknologi agrikultural telah memungkinkan memperbanyak populasi tetapi telah menempatkan hanya jenis tertentu. Antibiotik yang kita pakai menyembuhkan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, tetapi hal itu hanya dapat terjadi bila kita selalu menemukan jenis baru lebih cepat dari pertumbuhan bakteri yang telah menjadi resisten.

Akses dan penggunaan kita terhadap simpanan bahan bakar fosil membuat kita bergantung pada sumber daya alam yang tidak diperbaharukan. Pada jumlah manusia yang ada sekarang kita tidak mungkin mempertahankan cara hidup kita yang bergantung pada energi yang disediakan oleh teknologi terkini, dan teknologi alternatif bisa saja tidak sesuai atau menimbulkan akibat yang tidak diinginkan. Pertambangan dan pabrik-pabrik diharapkan membuat barang-barang kebutuhan kita, tetapi mereka juga mencemari sungai-sungai dan lautan, tanah, dan atmosfer dengan bahan berbahaya. Sekarang ini, hasil dan buangan industri bisa membuat menipisnya lapisan ozon yang bertindak sebagai pelindung permukaan bumi terhadap sinar ultraviolet yang berbahaya, dan bisa saja menambah jumlah karbondioksida yang bisa memerangkap panas dan meningkatkan pemanasan global di seluruh dunia termasuk kutub utara dan selatan. Konsekuensi dari adanya pengembangan tenaga nuklir dan perang nuklir, juga merupakan satu hasil pekerjaan manusia yang menambah kemungkinan terjadinya bencana di muka bumi.

Dari sisi pandangan makhluk lain, kehadiran manusia telah menghilangkan permukaan bumi tempat mereka dapat hidup dengan cara membuka area hutan untuk bertani, telah mengganggu sumber makanan mereka, mengubah habitat mereka dengan mengubah suhu dan komposisi kimia sebagian besar muka bumi, telah mengganggu stabilitas ekosistem dengan memasukkan spesies yang asing, secara sengaja maupun tidak sengaja telah mengurangi jumlah dan jenis makhluk hidup dan juga banyak instansi telah mengubah karakter dari tumbuhan atau hewan tertentu dengan cara *selective breeding* dan rekayasa genetika.

Apa yang bisa terjadi pada kehidupan di muka bumi, akan banyak dipengaruhi oleh manusia. Kepandaian dan akal yang kita miliki, akan membawa kemana kita mau, meningkatkan banyak aspek yang membuat eksistensi kita di bumi semakin kuat dan menimbulkan resiko bagi dunia adalah juga sumber daya utama yang kita butuhkan untuk bertahan.

2. Dampak Perkembangan Agrikultura

Sepanjang sejarah, hampir semua masyarakat telah menghabiskan banyak waktu dalam hidup mereka untuk mendapatkan makanan dan bahan bakar. Masyarakat memulainya sebagai pemburu yang berpindah tempat dan selalu berkelompok, menggunkan hewan dan tumbuhan yang ditemukan di lingkungan

mereka sebagai makanan. Perlahan lahan, mereka belajar bagaimana menjaga persediaan makanan dengan menggunakan teknologi sederhana (dengan cara direndam, diasinkan, dimasak, dibakar, diragikan). Mereka juga belajar menggunakan bagian dari hewan untuk dijadikan alat, pakaian dan wadah tempat menyimpan sesuatu. Setelah beberapa ribu tahun kemudian, manusia mengembangkan cara memanipulasi tanaman dan hewan untuk dijadikan persediaan makanan untuk mendukung jumlah manusia yang semakin banyak. Orang mulai bercocok tanam menetap di satu tempat dan mendorong pertumbuhan populasi dengan cara menanam bibit, mengairi, dan menyilangkan. Mereka juga menangkap hewan untuk makanan dan lainnya dan melatih mereka untuk digunakan sebagai alat angkut, serta sebagai alat untuk berburu.

Banyak kegunaan agrikultural yang telah dipelajari oleh manusia, bukan hanya berguna tetapi tanpa disadari juga memodifikasi bentuk-bentuk kehidupan. Pertama kali, mereka bisa menjaga keturunan ternak yang baik dari memilih beberapa jenis hewan dan tanaman tertentu. Kombinasi dari keragaman karakteristik alamiah bisa saja kemudian berubah, untuk meningkatkan domestikasi, kekuatan, dan kemampuan reproduksi dari hewan atau tumbuhan tertentu. Untuk mendapatkan jenis-jenis yang bisa beradaptasi dengan baik, kita dapatkan dari menyilangkan hewan-hewan dan tumbuhan, persediaan benih telah diatur di seluruh dunia, kehadiran mereka merupakan bukti bahwa negosiasi internasional menentukan hak mereka untuk hidup dan menjadikan mereka sumber sifat yang diinginkan.



Gb.1.11 Aktivitas agrikultur

Pada abad 20, kesuksesan genetika modern adalah menambah keragaman pada tanaman dengan menggunakan radiasi untuk menimbulkan mutasi, sehingga ada lebih banyak pilihan untuk mendapatkan bibit unggul. Para ilmuwan, sekarang belajar untuk memodifikasi materi genetik pada organisme secara langsung. Sebagaimana telah kita pelajari bagaimana kode genetik bekerja (yang bentuknya sama untuk semua makhluk hidup), hal itu menjadi memungkinkan untuk memindahkan gen-gen dari satu organisme ke yang lainnya. Dengan mengetahui sekuens kode genetik mana mengendalikan sifat apa, beberapa sifat bisa dipindahkan dari satu spesies ke spesies yang lain, teknik ini bisa memunculkan suatu rancangan dari sifat yang baru. Sebagai contoh, tanaman dapat diberi program genetik untuk membuat substansi tertentu yang memberi mereka kemampuan untuk bertahan terhadap serangan hama.

Satu faktor dalam meningkatkan produktivitas agrikultura pada abad ini telah digunakan untuk mengendalikan hama. Di Amerika masa yang lalu. dan di banyak tempat lain di dunia, banyak produksi pertanian telah diturunkan oleh hama, tikus dan hewan pengerat lain, serangga, dan penyakit lain yang disebabkan oleh mikro organisme seperti bakteri. Penggunaan insektisida secara luas, herbisida, dan fungisida telah berhasil meningkatkan produksi pertanian. Ada satu masalah, pestisida juga memusnahkan organisme lain yang ada di lingkungan tersebut, dan seringkali efeknya timbul pada jarak yang jauh dari tempat digunakannya karena terbawa aliran air sehingga mengganggu rantai makanan di tempat lain. Insektisida yang digunakan untuk mengendalikan hama wereng sebagai contoh membunuh pula predator alamiahnya sehingga membuat persoalan semakin buruk karena populasi hama wereng menjadi tidak terkendali. Masalah lain adalah efektifitas dari pestisida adalah ia dapat membuat organisme lama-kelamaan menjadi resisten sehingga menuntut pencarian jenis-jenis pestisida yang baru.



Gb. 1.12 Penyemprotan insektisida

Sebagai konsekuensinya, penggunaan teknologi yang ramah lingkungan harus dicari. Pekerjaan ini melibatkan perancangan yang hati-hati dan penggunaan bahan kimia dan pengetahuan tentang diversifikasi pertanian yang lebih jauh, mengubah penanaman tanaman pertanian secara bergantian akan membantu kemampuan tanah untuk menyediakan kembali unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman tertentu. Pergantian tanaman juga akan mengurangi munculnya serangan penyakit. Suatu cara pengendalian penyakit alternatif adalah dengan cara memasukkan organisme tertentu ke dalam ekosistem untuk mengurangi penggunaan pestisida dalam ekosistem agrikultural. Pendekatan ini juga akan membawa resiko organisme tersebut bisa juga menjadi pestisida itu sendiri.

Produktivitas agrikultural telah tumbuh melalui penggunaan mesin dan pupuk. Mesin dan bahan bakar fosil dibutuhkan untuk memberi kekuatan yang memungkinkan seseorang untuk menumbuhkan dan memanen lahan pertanian yang luas, untuk bertani di berbagai jenis tanah, dan untuk memberi makan serta menggunakan bagian dan memproduksi sejumlah tanaman dan hewan ternak. Pupuk kimia telah digunakan secara luas di belahan dunia bagian barat untuk mendukung ketersediaan nutrien dari tanah., juga digunakan di banyak tempat di dunia . Satu risiko yang ditimbulkan oleh mesin dan pupuk adalah penggunaan yang berlebihan terhadap tanah. Untuk alasan tersebut, pemerintah perlu mendorong pengusaha agrikultura untuk secara periodik menghentikan proses produksinya guna memberi kesempatan pada tanah mengembalikan kekayaannya.

Berabad lamanya, kebanyakan makanan telah dimakan dan dipasarkan ditempat yang jauh dari tempat dia diproduksi. Teknologi telah membuat pemasaran produk agrikultural ke area yang lebih luas dengan adanya transportasi dan komunikasi.

Banyak lahan pertanian telah dikembangkan dalam jumlah yang melampaui kebutuhan masyarakat yang tinggal di sekelilingnya. Ketika pemasaran masih bersifat lokal, cuaca yang buruk bisa mengakibatkan naik turunnya persediaan pangan baik bagi petani maupun konsumen. Sekarang, karena makanan dapat didatangkan dan dikirim dari belahan dunia manapun, maka Negara yang penduduknya makmur tidak perlu khawatir kekurangan makanan. Disisi lain, cuaca yang buruk juga bisa mempengaruhi pasar di mana saja. Kepedulian pemerintah untuk memelihara persediaan pangan nasional bagi konsumen dan melindungi petani dari naik turunnya hasil panen telah menghasilkan banyak bentuk pengendalian agrikultural, yang mencakup juga pengendalian penggunaan tanah, produk apa saja yang dijual, dan berapa harganya.

Pada abad yang lalu, kebanyakan masyarakat Amerika bekerja di industri pertanian. Sekarang, karena teknologi telah meningkatkan efisiensi agrikultural hanya sebagian kecil (2% saja) dari penduduk yang secara langsung terlibat dalam industri pertanian. Kebanyakan orang lebih terlibat dalam produksi perlengkapan dan alat pertanian, pupuk, pemrosesan hasil pertanian, penyimpanan, transportasi, dan distribusi dari makanan dan serat. Kurangnya jumlah petani yang menanam bahan pangan yang dibutuhkan oleh semua bangsa telah membuat banyak orang berubah dalam caranya memandang kehidupan, dari pandangan hidup petani yang mementingkan proses menjadi masyarakat yang lebih mementingkan apa yang terlihat dihadapannya tanpa mempedulikan darimana asalnya, bagaimana mengolahnya, seberapa sulit memeliharanya.

Pertumbuhan teknologi telah membimbing kita untuk menggunakan banyak material dari lingkungan dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kemampuan alam membentuknya kembali. Hutan di banyak negara telah hilang sejak ratusan tahun yang lalu, dan simpanan sumber daya alam telah berkurang. Hal tersebut memerlukan penemuan-penemuan material pengganti, sebagian berhasil dan sebagian lagi kurang berhasil.

Secara terus menerus, pembuangan material bekas pakai juga menimbulkan masalah. Sebagian material bekas yang berupa bahan organik akan dapat kembali ke alam tanpa menimbulkan bahaya pada lingkungan, walaupun seiring dengan penambahan penduduk tugas membersihkan sampah atau material sisa atau bekas pakai menjadi tugas yang sulit dan mahal.



Gb. 1.13 Tumpukan sampah atau material sisa atau bekas pakai menjadi tugas yang sulit dan mahal.

Menurut Soemarwoto (1985) ada beberapa faktor yang menentukan lingkungan hidup yaitu:

- 1) Jenis dan jumlah masing-masing jenis unsur lingkungan hidup.
- 2) Hubungan atau interaksi antara unsur dalam lingkungan.
- 3) Kelakuan atau kondisi unsur lingkungan hidup.
- 4) Non-material, suhu, cahaya, kebisingan.

3. Teknologi dan lingkungan

Ilmu dan teknologi memberi peluang kepada manusia untuk merubah lingkungan. Perubahan yang terjadi bisa secara cepat atau lambat. Manusia menggunakan teknologi dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Akan tetapi perlu diingat bahwa pada hakikatnya teknologi selain dapat membawa kesejahteraan dapat pula membawa bencana.

Pemakaian ilmu dan teknologi dalam meningkatkan kualitas hidup manusia memberikan efek samping tersendiri. Adanya pabrik dan berbagai industri akan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. WHO telah menetapkan ada 4 tingkat pencemaran, yaitu:

- 1) Pencemaran yang tidak menimbulkan kerugian kepada manusia jika dilihat dari zat pencemaran dan waktu kontaknya dengan lingkungan.
- 2) Pencemaran yang mulai mengakibatkan iritasi ringan pada panca indra.
- 3) Pencemaran yang sudah mengakibatkan reaksi pada paal tubuh dan menyebabkan sakit kronis.
- 4) Pencemaran yang sudah besar sehingga menimbulkan gangguan dan

menyebabkan sakit parah bahkan kematian.



Gb. 1.14 Sampah menimbulkan masalah bagi ekosistem

Material lainnya seperti plastik tidak bisa dengan mudah didaur ulang, dan tidak mudah diuraikan oleh alam. Material lain seperti sampah radioaktif belum ditemukan cara terbaik untuk mengolah buangnya, mempunyai waktu paruh yang sangat lama sehingga dia merupakan sampah yang paling ditakuti sehingga banyak menimbulkan kontroversi. Pemecahan masalah ini menuntut langkah yang sistematis dan hati-hati melibatkan masyarakat dan inovasi teknologi.

4. Sumber energi

Industri, transportasi, perkembangan urbanisasi, agrikultural, dan banyak aktifitas manusia lainnya sangat erat kaitannya dengan jumlah dan jenis energi yang digunakan. Energi dibutuhkan untuk proses teknologis, mengambil bagian, menggabungkan, memindahkan, mengkomunikasikan, mendapatkan bahan baku, dan kemudian menggunakan mereka dan mendaur ulang mereka.

Sumber energi yang berbeda dan bagaimana cara menggunakannya mempunyai harga, akibat, dan risiko yang berbeda pula. Sebagian dari sumber energi- cahaya matahari, angin, air- akan terus dapat digunakan. Bahan bakar dari tumbuhan- kayu dan rerumputan- bisa memperbarui sendiri, tetapi hanya dengan kecepatan yang terbatas dan hanya jika terus dibudidayakan. Minyak yang telah terkumpul di perut bumi- batubara, minyak dan gas alam, dan uranium- akan menjadi sulit dicari sebagai sumber daya alam jika digunakan terus menerus. Kalau hal itu terjadi, maka teknologi baru akan dipakai untuk menggali lebih dalam, memproses bahan tambang yang hanya sedikit, atau membuat tambang di tengah laut. Kapan minyak bumi akan habis,

hal itu sulit diprediksi. Masalah utama yang dibicarakan adalah harganya bukan bagaimana kalau minyak benar-benar hilang yang ditanyakan adalah bagaimana mencari sumber lebih banyak daripada mempertanyakan bagaimana caranya agar minyak bumi selalu ada sepanjang jaman.

Sinar matahari merupakan sumber energi terbesar yang kita pakai. Energinya bisa digunakan melalui berbagai cara : cahaya matahari bisa ditangkap oleh tumbuhan, dapat juga menghangatkan air, tanah, dan udara sehingga menimbulkan angin dan hujan. Tetapi fluks energi sebenarnya lemah, dan dibutuhkan teknologi untuk mengumpulkannya dalam jumlah besar sehingga energinya bisa dikumpulkan sebelum dapat digunakan seperti teknologi hidroelektrik menggunakan air hujan yang terkumpul dan mengalir di sungai, kincir angin menggunakan aliran udara yang dihasilkan oleh perbedaan suhu permukaan tanah dan lautan, listrik yang dihasilkan dari kekuatan angin dan cahaya matahari yang jatuh pada permukaan yang peka terhadap cahaya membutuhkan jumlah yang banyak. Dalam skala kecil penggunaan energi untuk rumah tangga bisa dengan cara menggunakan alat yang digerakkan oleh angin dan pemanas air menggunakan sel penangkap cahaya matahari, tetapi penggunaan teknologi yang biayanya murah untuk penggunaan sumber energi dari angin dan pemanas air secara masal belum ditemukan.

Dalam sejarahnya, membakar kayu merupakan cara yang paling banyak dilakukan untuk mendapatkan energi untuk memasak makanan, untuk memanaskan ruangan atau untuk menggerakkan mesin. Kebanyakan energi yang digunakan saat ini adalah dengan cara membakar minyak bumi, yang mana merupakan hasil pengumpulan energi matahari oleh tumbuhan milyaran tahun yang lalu. Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang banyak digunakan sampai sekarang. Pada masa sekarang minyak dan gas alam lebih dipilih karena mudah dikumpulkan, banyak kegunaannya dalam industri, bisa digunakan secara praktis untuk menjalankan mobil, truk, kereta api dan pesawat terbang. Semua pembakaran minyak bumi, sayangnya, terbuang ke udara dan bisa mempengaruhi kesehatan dan kelangsungan hidup, penambangan batubara juga membahayakan kesehatan para penambang, juga membuat permukaan bumi menjadi rusak, tumpahan minyak juga mencemari lautan. Kembali membakar kayu bukanlah jalan untuk mengatasi hal itu, karena asapnya menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer, menebang kayu untuk kayu bakar juga akan menyebabkan hutan menjadi gundul padahal hutan menyebabkan udara menjadi sehat.

Ada sumber energi lainnya. Salah satunya adalah energi nuklir. Dalam reaktor nuklir, energi yang dihasilkan digunakan untuk mengubah air mendidih menjadi uap yang akan menggerakkan generator listrik. Hanya saja reaktor ini membutuhkan uranium cukup banyak, sedangkan persediaannya terbatas. Hasil sampingannya berupa bahan yang sifatnya radioaktif dan sulit diuraikan walaupun dalam waktu ratusan tahun. Masalah teknis dalam hal pengolahan yang benar dan aman terhadap hasil sampingan radioaktif ini telah membuat masyarakat menjadi takut, demikian juga dengan penggunaannya terhadap tanaman dan untuk membuat senjata. Mengendalikan reaksi fusi nuklir bisa menjadi sumber energi yang potensial, tetapi teknologi yang digunakan juga belum dianggap cocok.

Energi harus didistribusikan dari sumbernya ke tempat dimana dia akan digunakan. Pada masa lalu, energi digunakan ditempat itu juga dimana air atau angin mengalir, atau dekat hutan. Seiring berjalannya waktu, perkembangan sistem transportasi memungkinkan minyak bumi dibakar di tempat yang jauh dari sumbernya dan manufaktur dapat memperluas penggunaannya. Pada abad ini, sesuatu yang biasa menggunakan sumber energi untuk membangkitkan listrik, yang mana dapat mengirimkan energi secara cepat melalui kabel jauh dari sumbernya. Listrik kemudian dapat diubah menjadi dan dibentuk dari berbagai jenis energi lainnya. Hal yang sama pentingnya dengan jumlah energi yang dihasilkan adalah kualitasnya: seberapa bisa dikumpulkan dan seberapa luas penggunaannya. Faktor sentral dalam perubahan teknologi adalah seberapa panas yang bisa dihasilkan. Penemuan bahan bakar baru, model oven dan furnace, dan kekuatan untuk mengirimkan udara atau oksigen telah meningkatkan suhu yang memungkinkan untuk membakar tembikar dan gelas, melelehkan logam, memurnikan dan membentuk logam. Laser merupakan suatu alat baru untuk memusatkan energi radiasi dengan intensitas dan pengendalian yang tinggi, dan alat ini telah mengalami perkembangan untuk diterapkan pada banyak hal dari pembuatan chip komputer, alat bedah untuk operasi mata, hingga berkomunikasi menggunakan satelit.

Selama penggunaan energi dan terjadi perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya, akan ada energi yang dikembalikan ke lingkungan. Kecuali energi yang terikat pada material manufaktur, akan ada energi yang terbuang yang kan menghangatkan lingkungannya, dan memancar ke angkasa. Dalam penglihatan kita, energi akan menguap walaupun sebenarnya energi akan tetap ada di suatu tempat. Masyarakat telah menemukan cara-cara yang pintar untuk membuat transformasi

energi menjadi berguna. Cara-cara tersebut berkisar dari cara yang sederhana seperti menendang batu atau menyalakan api hingga melibatkan cara-cara yang rumit seperti generator listrik, reaktor nuklir, sel penangkap cahaya matahari. Pada pelaksanaannya akan selalu menunjukkan bahwa jumlah energi yang digunakan selalu lebih besar daripada energi yang dihasilkan, selisihnya selalu dibuang dalam bentuk panas. Sekarang banyak yang memikirkan bagaimana caranya agar energi yang digunakan diolah seefisien mungkin sehingga selisih antara input dan output tidak terlalu besar. Sebagai akibat dari perbedaan kemakmuran suatu negara, maka energi digunakan secara tidak merata. Bangsa yang industrialis, menggunakan energinya untuk proses kimia dan mekanis di pabrik-pabrik, menciptakan material sintetis, memproduksi pupuk untuk agrikultura, menguatkan transportasi industri maupun perorangan, memanaskan dan mendinginkan gedung, penerangan dan komunikasi. Kebutuhan akan energi terus bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Selain itu, jumlah sampah yang dihasilkan juga akan bertambah terus. Oleh sebab itu, sebenarnya penggunaan energi yang efisien akan menolong mengurangi permintaan akan energi yang berlebihan.

Pengurangan sumber energi dapat diperlambat oleh baik teknologi maupun kesadaran masyarakat. Dari sisi teknologi, selalu dicari cara untuk memaksimalkan penggunaan energi sehingga jumlah energi yang terbuang bisa ditekan sekecil mungkin, sedangkan sisi kesadaran sosial berarti melibatkan pemerintah untuk mengeluarkan kebijakan yang berkaitan dengan menyarankan penggunaan secara bijaksana. Anggota masyarakat juga sebaiknya menerapkan kebiasaan hemat energi seperti mematikan lampu di siang hari, dan mengendarai mobil yang hemat bahan bakar). Selain itu selalu memikirkan dan memilih yang lebih hemat energi, misalnya daripada membuat ruangan tertutup yang ber-AC lebih baik membangun ruangan dengan atap tinggi dan banyak jendela supaya pertukaran udara lebih cepat dan tidak usah menggunakan AC.

5. Teknologi Kesehatan

Teknologi di bidang kesehatan menekankan pada pengurangan resiko kontak antara manusia dengan sumber penyakit dan mempertinggi peluang untuk meningkatkan kemampuan tubuh melawan penyakit. Dalam sejarah dampak yang paling penting dari teknologi di bidang kesehatan adalah mencegah penyakit. Penyebab penyakit sebenarnya lebih banyak disebabkan oleh penyebaran melalui

serangga, hewan pengerat, dan kotoran manusia yang menuntut peningkatan penanganan sanitasi yang mempunyai pengaruh jangka panjang terhadap lamanya hidup dan kualitas kesehatan manusia. Kualitas sanitasi dapat diukur dari penyimpanan dan pembuangan sampah, konstruksi dari *septic tank*, pemurnian air bersih dan ketersediaan susu, karantina pasien yang menderita penyakit menular, penggunaan pestisida dan insektisida, dan penekanan jumlah populasi tikus, lalat, nyamuk yang bisa menyebarkan penyakit. Hal yang sama pentingnya dalam menjaga kesehatan adalah ketersediaan makanan yang bergizi sehingga dapat memenuhi kebutuhan protein, vitamin dan mineral. Teknologi kesehatan dapat juga digunakan untuk meningkatkan kemampuan tubuh untuk melawan penyakit secara alamiah. Pada kondisi dimana asupan makanannya cukup bergizi dan sanitasi yang baik, tubuh manusia dapat pulih dengan cepat ketika terkena penyakit, tanpa perlu bantuan obat-obatan. Proses penyembuhan itu sendiri pun sebenarnya merupakan mekanisme untuk meningkatkan imunitas. Kekebalan tubuh dapat dimunculkan dengan cara tubuh diberi sejumlah kecil bakteri yang telah dijinakkan untuk merangsang munculnya kekebalan tubuh tanpa harus pernah mengalami penyakit tersebut. Cara ini disarankan terutama untuk bayi dan anak kecil.

Biologi molekuler telah mulai dapat merancang suatu substansi yang dapat merangsang munculnya respon kekebalan secara lebih tepat dan aman daripada vaksin yang selama ini telah ada. Rekayasa genetika mengembangkan banyak cara untuk merangsang organisme memproduksi substansi tersebut dalam jumlah banyak dan cukup banyak peluang untuk diteliti dan diterapkan. Banyak penyakit yang disebabkan oleh bakteri atau virus. Jika sistem kekebalan tubuh tidak dapat melawan serangan bakteri maka obat antibiotik mungkin bisa digunakan secara efektif sepanjang jenis bakteri yang menginfeksi masih belum berubah *strainnya*. Tetapi penggunaan antibiotik yang berlebihan bisa saja mengakibatkan munculnya *strain* baru yang resisten terhadap jenis antibiotika yang telah ada sehingga penggunaan antibiotik tersebut menjadi tidak lagi efektif. Sehingga selalu diperlukan penelitian terhadap jenis-jenis mikroorganisme baru untuk mencari obat yang lebih ampuh.

Pembangunan teknologi pengobatan, juga menimbulkan isu rasial dan ekonomi. Hasil perkembangan teknologi kesehatan akan dapat meningkatkan kesehatan masyarakat, pengobatan, agrikultur telah memperbesar peluang hidup bagi manusia sehingga mengakibatkan populasi cenderung terus bertambah. Pertumbuhan jumlah ini, sebenarnya membawa dampak persaingan yang lebih tinggi untuk mendapatkan

makanan, tempat tinggal, pemeliharaan kesehatan dan lapangan pekerjaan. Teknologi tinggi yang mahal mendorong masyarakat untuk menentukan pilihan yang tidak disukai dalam hal mendapatkan layanan kesehatan. Orang yang kaya lebih besar peluangnya untuk mendapatkan pengobatan yang lebih canggih.



Gb. 1.15 Peralatan teknologi kesehatan yang canggih

Salah satu cara yang cukup perlu untuk mencegah dan menangani penyebaran penyakit adalah dengan cara memperhatikan catatan statistik dari penyebaran penyakit, malnutrisi, dan kematian di berbagai tempat, masyarakat, dan kelompok ekonomi tertentu. Statistik akan menolong untuk memutuskan bagaimana cara yang paling sesuai untuk mencegah penyebaran penyakit lebih luas lagi.

6.Peran Manusia sebagai Pengelola Lingkungan

Indonesia terdiri dari banyak suku bangsa yang tersebar di pulau-pulau yang berbeda. Masing-masing suku membentuk struktur masyarakat adat yang memiliki aturan, pengetahuan, dan pemahaman tentang lingkungan tempat tinggal masing-masing. Ternyata banyak masyarakat adat (*indigenous people*) yang memiliki kearifan lokal yang sangat mendukung pelestarian lingkungan. Mereka memiliki pandangan-pandangan tertentu yang terbukti inovatif dan efektif dalam mengelola sumber daya di lingkungannya sehingga tidak terjadi eksploitasi besar-besaran yang menyebabkan kerusakan lingkungan. Sebenarnya kita bisa banyak belajar dari kearifan lokal nenek moyang kita tentang bagaimana cara memperlakukan lingkungan dengan baik dan bersahabat. Meski secara teoretis mereka buta pengetahuan, tetapi di tingkat praksis mereka mampu membaca tanda-tanda dan gejala alam melalui kepekaan intuitifnya. [Masyarakat Papua](#), misalnya, memiliki budaya dan adat istiadat lokal yang lebih mengedepankan keharmonisan dengan alam.



Gb. 1.16 Manusia harus bisa menjadi pengelola ekosistem di muka bumi

Mereka pantang melakukan perusakan terhadap alam karena dinilai bisa menjadi ancaman besar bagi budaya mereka. Alam bukan hanya sumber kehidupan, melainkan juga sahabat dan guru yang telah mengajarkan banyak hal bagi mereka. Dari alam mereka menemukan falsafah hidup, membangun religiositas dan pola hidup seperti yang mereka anut hingga kini. Memanfaatkan alam tanpa mempertimbangkan eksistensi budaya setempat tidak beda dengan penjajahan. Masih banyak contoh kearifan lokal di daerah lain yang sarat dengan pesan-pesan moral bagaimana memperlakukan lingkungan dengan baik.

Walaupun demikian para ahli ekologi modern juga banyak melakukan penelitian dan pengembangan dalam hal mengatasi kerusakan lingkungan. Isu kerusakan lingkungan yang dianggap penting saat ini adalah penurunan keanekaragaman yang disebabkan oleh majunya agrikultur. Krisis keanekaragaman meluas ke setiap hirarki mulai dari susunan genetik populasi hingga ke komunitas, ekosistem, dan kesatuan regional ekosistem yang saling berinteraksi yang disebut bentang alam. Penyelamatan spesies individual dan mempertahankan keanekaragaman genetik terus menjadi bagian dari biologi konservasi modern.



Gb.1.17 para ahli ekologi modern juga banyak melakukan penelitian dan pengembangan dalam hal mengatasi kerusakan lingkungan.

Ekologi bentang alam merupakan penerapan prinsip-prinsip ekologi dalam hal penggunaan lahan. Biasanya para ahli konservasi akan menelusuri pola penggunaan bentang alam di masa lalu, saat ini dan proyeksinya di masa depan. Dengan cara menelusuri maka dapat dipetakan komposisi suatu jenis spesies di suatu waktu dan dapat diprediksikan apa yang akan terjadi pada spesies tersebut di masa yang akan datang sehingga dapat dipilih cara untuk mencegah kepunahan suatu spesies.

Sebenarnya suatu daerah yang dilindungi secara adat maupun berdasarkan pertimbangan ilmiah, seharusnya dibiarkan tetap tidak diubah selama-lamanya. Daerah ini akan secara konsisten mengikuti arah keseimbangan ekosistem. Akan tetapi kenyataannya gangguan keseimbangan akan selalu ada, baik secara alamiah maupun karena keinginan manusia. Jika gangguan yang datang berasal dari fenomena alamiah seperti letusan gunung berapi atau angin topan, maka semua komponen ekosistem akan dengan sendirinya melakukan adaptasi untuk dapat tetap bertahan hidup. Hal itu secara alamiah akan terjadi walaupun dalam waktu lama, akan tetapi suatu saat ekosistem tersebut akan dapat mencapai keseimbangannya. Akan tetapi jika gangguan yang datang dilakukan secara sengaja, sistematis dan sering, maka ekosistem akan kesulitan melakukan perbaikan. Akibatnya terjadi perubahan bentuk bentang alam yang sangat ekstrim.

Karena gangguan manusia semakin dominan, maka dinamika populasi, dinamika kondisi abiotik menjadi perlu juga diperbaiki. Jadi sebenarnya penyelesaian masalahnya tidak hanya sekedar membuka cagar alam, tetapi juga harus mempertimbangkan daya jelajah spesies hewan tertentu yang hidup di cagar alam

tersebut, kebutuhan ruang bagi hewan-hewan dengan ukuran besar walaupun jumlah populasinya tidak banyak. Berbagai pertimbangan diberikan, tapi seringkali pada akhirnya kebutuhan manusia akan penggunaan lahan lebih sering mengalahkan pertimbangan lain sehingga akan sangat menentukan seberapa luas daerah yang akan dijadikan lahan biokonservasi.



Gb.1.17 Lahan biokonservasi

Hal lain yang tidak kalah pentingnya untuk dilakukan adalah melakukan pemulihan daerah-daerah yang ditelantarkan oleh manusia. Di pulau Kalimantan, pulau Jawa dan pulau Sumatra banyak daerah-daerah yang semula digunakan untuk lahan pertanian atau perkebunan, akan tetapi karena produktivitasnya berkurang atau karena pemilik modal bangkrut, akhirnya ditelantarkan begitu saja. Demikian pula dengan aktivitas pertambangan yang bisa berlangsung selama beberapa dekade kemudian ditinggalkan dalam keadaan rusak. Daerah-daerah seperti memerlukan bantuan pemulihan karena laju pemulihan secara alamiah melalui cara suksesi memerlukan waktu yang lama. Ekologi restorasi merupakan salah satu cara yang dikembangkan sebagai cabang dari biokonservasi. Cara ini memperhatikan prinsip-prinsip ekologi dalam memulihkan ekosistem untuk dapat kembali seperti semula. Ekologi restorasi melibatkan dua langkah penting yaitu bioremediasi dan augmentasi.



Gb. 1.18 Dalam melakukan restorasi, kerumitan ekosistem, dan ciri unik dari masing-masing ekosistem

Langkah bioremediasi melibatkan kehadiran organisme hidup yang bersifat perintis seperti jamur, bakteri, prokariota, tumbuhan tingkat rendah untuk mengurangi bahkan menghilangkan racun atau polutan yang ada di ekosistem tersebut. Sedangkan augmentasi merupakan langkah identifikasi faktor apa saja yang telah hilang dari ekosistem tersebut dan upaya menghadirkannya kembali sehingga faktor yang bisa membatasi laju pemulihan dapat dihilangkan. Dalam melakukan restorasi, kerumitan ekosistem, dan ciri unik dari masing-masing ekosistem biasanya dilakukan seperti membongkar mesin mobil kemudian memasangnya kembali. Selain tingkat kerumitannya, merestorasi ekosistem membutuhkan biaya yang cukup mahal.

C. Latihan

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

1. Apa saja perilaku manusia yang dapat menyebabkan perubahan ekosistem di muka bumi?
2. Isilah kolom pada tabel berikut ini dengan dengan dampak dari perkembangan teknologi di bidang agrikultura. Setelah itu, nyatakan pendapat Anda apakah Anda setuju dengan perkembangan agrikultural atau tidak setuju.

Dampak positif	Dampak negatif

3. Isilah kolom pada tabel berikut ini dengan dengan dampak dari pemanfaatan sumber energi fosil. Setelah itu, nyatakan pendapat Anda apakah Anda setuju dengan pemanfaatan energi fosil atau tidak setuju.

Dampak positif	Dampak negatif

4. Menurut pendapat Anda, mana yang lebih baik untuk digunakan sebagai sumber energi alternatif, nuklir atau cahaya matahari?
5. Apa dampak kemajuan teknologi kesehatan bagi ekosistem di muka bumi?
6. Apa peranan manusia sebagai pengelola lingkungan?
7. Bagaimana hubungan antara ekologi dengan konservasi lingkungan?
8. Apa saja hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam menentukan luas cagar alam?
9. Apa saja langkah yang diperlukan dalam melakukan ekologi restorasi?
10. Mengapa bioremediasi perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum proses augmentasi?

Petunjuk menemukan jawaban latihan

1. Pikirkan apa saja yang dilakukan oleh manusia yang mengikuti prinsip ekologi yang memerlukan keseimbangan antara komponen produsen, konsumen pada ekosistem.
2. Masih ingatkah Anda definisi ekologi? Coba hubungkan definisi tersebut dengan tujuan konservasi lingkungan.
3. Cagar alam diperlukan agar terjadi keseimbangan dalam ekosistem permukaan bumi. Untuk menentukan hal yang harus dipertimbangkan, pikirkan tujuan penentuan cagar alam, mahluk di dalamnya, dan kondisi faktor abiotik
4. Ekologi restorasi diperlukan untuk memperbaiki lingkungan yang rusak karena ditelantarkan atau karena tumpahan minyak. Biasanya penyebab kerusakan perlu diidentifikasi, baru selanjutnya diterapkan prinsip suksesi ekologi

5. Apa saja yang dilibatkan dalam bioremediasi dan bagaimana sifatnya, merupakan jawaban soal no. 5.

D. Rangkuman

Manusia juga mempunyai peran sebagai pengelola lingkungan dalam arti positif. Semua orang tahu bahwa keseimbangan ekosistem perlu dipelihara, tetapi tidak semua orang dapat menerapkannya dalam berinteraksi dengan lingkungan. Salah satu contoh pengelolaan lingkungan adalah dengan menyisihkan daerah tertentu untuk dijadikan cagar alam sebagai biokonservasi dan memperbaiki lingkungan yang rusak melalui proses restorasi ekologi.

TES FORMATIF 2

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dari beberapa alternatif jawaban yang disediakan!

- 1). Agar energi dalam ekosistem tetap stabil, maka upaya manusia dalam menjaganya dengan.....
- A. menambah areal persawahan dan peternakan hewan potong
 - B. mengurangi hewan-hewan pemakan tumbuhan dan adakan pemupukan
 - C. menjaga keseimbangan antara produsen dan konsumen**
 - D. menambah
- 2). Pengaruh organisme terhadap lingkungan fisiknya, adalah:
- A. mengubah iklim makro
 - B. mengubah iklim mikro
 - C. Akuatik
 - D. Rawa
- 3). Kualitas sanitasi dapat diukur dari....., kecuali:
- A. penyimpanan dan pembuangan sampah
 - B. konstruksi dari *septic tank*
 - C. pemurnian air bersih dan ketersediaan susu
 - D. eksploitasi SDA untuk mendukung kehidupan

- 4). Bertumbuhkembangnya suatu organisme, yaitu apabila di lokasi itu cukup..... :
- A. bebas dari gangguan organisme lain
 - B. menyediakan aspek-aspek lingkungan yang dibutuhkan
 - C. menyediakan makanan baginya
 - D. organisme sejenis untuk pembiakan spesiesnya
- 5). Komunitas tumbuhan dan hewan yang terdapat pada sebuah benua adalah :
- A. Bioma
 - B. Populasi
 - C. Fisiognomi
 - D. Formasi
- 6) Perkembangan ekosistem secara alami menuju kepada:
- A. efisiensi pemanfaatan energi
 - B. penambahan pemanfaatan materi
 - C. pertumbuhan populasi
 - D. peningkatan SDA
- 7). Dalam strategi hidup kita di masa mendatang perlu diambil dua jalan, yaitu :
- A. merencanakan sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.
 - B. membuat sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan memboroskan pemakaian energi.
 - C. mencoba membeli sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat penjualan energi.
 - D. mencoba menemukan sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.
- 8). Ekosistem merupakan satuan fungsional dalam ekologi dan merupakan sistem yang mempunyai sifat dan ukuran yang beraneka ragam. Tergantung pada :
- A. kondisi fisik dan tingkat kelasnya
 - B. kondisi habitat dan tingkat organisasinya
 - C. tingkat habitat dan kondisi organisasinya
 - D. kondisi bioma dan tingkat spesiesnya

- 9). Jenis tanaman tertentu di tanah berkapur karena.....
- A. tak semua jenis tumbuhan toleran terhadap zat kapur
 - B. tanah berkapur mudah melepaskan air sehingga tanah jadi kurang air
 - C. ada nutrisi yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan yang tidak terdapat dalam larutan tanah berkapur
 - D. tanah berkapur tak mengandung cukup nutrisi bagi pertumbuhan tumbuhan
- 10). Kumpulan populasi yang berinteraksi dengan menghuni suatu habitat adalah.:
- A. Ekosfer
 - B. Globalisasi
 - C. Komunitas
 - D. Populasi

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

Rumus :

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

Arti tingkat penguasaan Anda mencapai 80% ke atas, Anda cukup memahami kegiatan belajar 1. **Bagus!** Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan

KUNCI JAWABAN

Tes Formatif 1

1. C. Fotosintesis
2. B. Pertumbuhan organisme akan terlambat
3. A. Pul cadangan dan pul pertukaran
4. C. Stabilitas dalam pendauran
5. B. Loncatan listrik di atmosfer sewaktu halilintar
6. D. Hidrogen
7. A. Pelapukan dan erosi
8. B. Pengubahan nitrat menjadi nitrogen atmosfer oleh bakteri denitrifikasi
9. B. Faktor kemajuan budaya akan meningkatkan kebutuhan air
10. D. Menerapkan prinsip *reuse* dan *recycle*

Tes Formatif 2

1. C. menjaga keseimbangan antara produsen dan konsumen
2. C. Akuatik
3. D. eksploitasi SDA untuk mendukung kehidupan
4. B. menyediakan aspek-aspek lingkungan yang dibutuhkan
5. A. Bioma
6. A. Clark, (1967)
7. D. mencoba menemukan sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.
8. B. kondisi habitat dan tingkat organisasinya
9. A. tak semua jenis tumbuhan toleran terhadap zat kapur.
10. C. Komunitas

DAFTAR PUSTAKA

Kegiatan Belajar 1

- Anon. 1991. *Enclopedia Americana*. Vol. 9. Americanan Corporation, New York, USA : 954 pp.
- Anon. 1989. *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jilid 5. PT. Cipta Adi Pustaka, Jakarta : 592 pp.
- Bayong, Tj HK., 2003. *Geosains, Penerbit*. ITB, Bandung.
- Bennet, John, W. 1982. *Human Ecology as Human Behaviour a Normative Anthropology of Resource Use and Abus, Human Ecology, Education for Environment Welfare, and Prosperity Asaihl*. Jakarta: Seminar in Human Ecology.
- Michele Zeilik, 1976. *Astronomy*, Hasper and Row Publisher, New York.
- Soerjani, M. 1997. *Pembangunan dan Lingkungan. Meniti Gagasan dan Pelaksanaan Sustainable Development Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan*, Jakarta 48 pp.
- Unesco – UNEP International Environmental education News-Letter, *The Belgrade: a Global Team work for Environmental Education*, Vol 1 No. 1.

Kegiatan Belajar 2

- Andreson, J.M. 1981. *Ecology for Environmental Sciences : Biosphere, Ecosystems and Man*. Edward Arnold. London : 175 pp.
- Anon, 1989. *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jilid 5. PT. Cipta Adi Pustaka, Jakarta : 592pp.
- Bayong, Tj HK., 2003. *Geosains, Penerbit*. ITB, Bandung.
- Kasting. J.F., O.B. Toon & J.B. Pollack. 1988. How climate evolved on the terrestrial planet. *Scientific American* 2568 (2) : 46-53.
- Marten., G.T. 2001. *Human Ecology. Basic concept for sustainable development*. Earthcan Publ. Ltd., Glasgow, UK : 237 pp.
- Miller Jr., G.T. 1979. *Living in the Environment*. Second Ed'n. Wadsworth Publ. Coy. Belmont USA : 470 pp.
- Muslimin, L.W. 1995. *Mikrobiologi Lingkungan*. Universitas Hasanudin bekerja sama dengan P3SL DIKTI DEPDIKBUD, Jakarta : 174 pp.

Nirarita, CK Endah, P. Wibowo & D. Padwinata (Eds). 1996. *Ekosistem Lahan Basah Indonesia.*, Canada Fnd, PPPGIPA, British Petroleum, Bogor : 379 pp.

Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar ekologi* (Terjemahan T. Samingan). Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta : 697 pp.

Otto Soemarwoto. 1983. *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*, Jakarta.

Resosoedarmo, S. K. Kartawinata dan A. Sugiarto, 1985. *Pengantar Ekologi*. Fakultas Pascasarjana IKIP Jakarta sama dengan BKKBN, Jakarta : 149 pp.

Ribes, B. 1978, *Biology and Ethics*. Unesco, Paris : 36 – 56.

Soerjani. M. 1997. *Pembangunan dan Lingkungan. Meniti Gagasan dan Pelaksanaan. Sustainable Development*. Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan, Jakarta : 48 pp.

Starr, C. & R. Taggart. 1994. *Biology, the diversity of live. Third Ed'n Wadsworth Publ. Co. Belmont, USA* : 47 pp.

www.microsoft.com/product/encarta., copyright© 2009 Microsoft Corporation All rights reserved Term of use