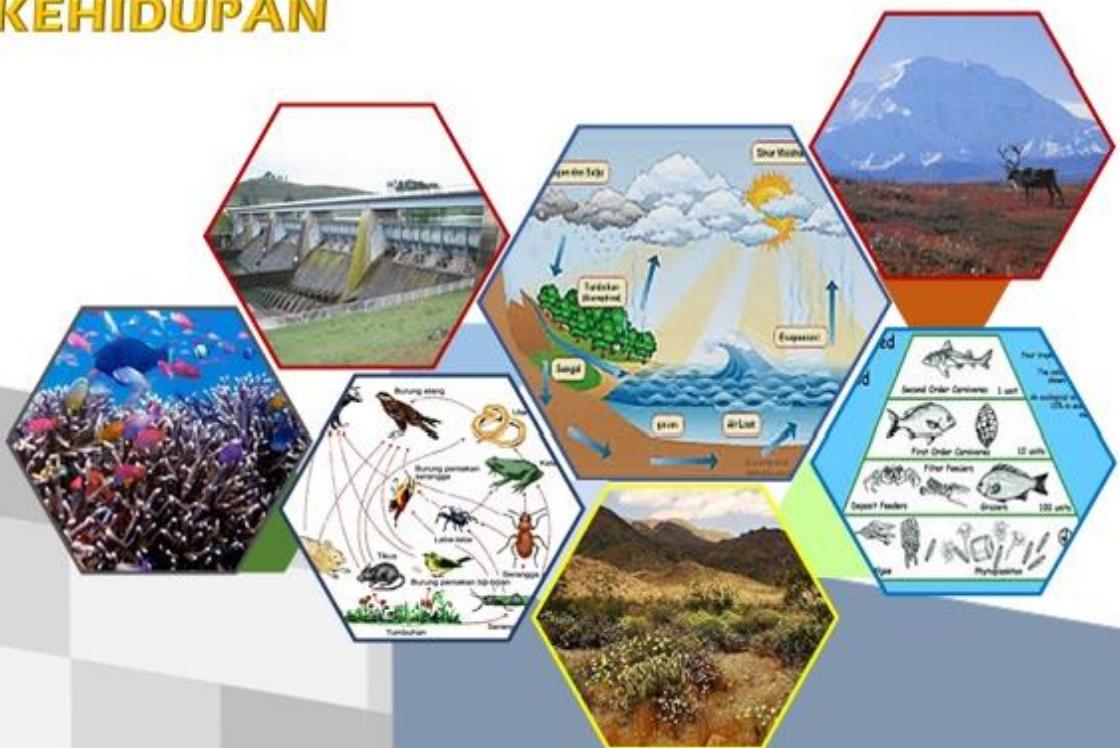


MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

F
KELOMPOK
KOMPETENSI

PROFESIONAL EKOSISTEM DAN INTERAKSINYA DALAM KEHIDUPAN

**Edisi
Revisi
2018**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROSESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS
DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**

KELOMPOK KOMPETENSI: F

**PROFESIONAL
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN DAN
HEWAN**

Penulis :

**Dra. Wisnuwati, M.Pd
Dr. Ir. Widi Agustin, MP**

Penelaah :

Dr. Suhara, M.Pd

Reviewer :

Dr. Ir. Widi Agustin, MP

Illustration

Tim Desain Grafis

Copyright @2018

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Pertanian

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku untuk kepentingan
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan ber karakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG sejak tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2018 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui Moda Tatap Muka.



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) dan, Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru moda tatap muka untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Juli 2018

Direktur Jenderal Guru
dan Tenaga Kependidikan,



Dr. Supriano, M.Ed.
NIP. 196208161991031001



Kata Pengantar

Peraturan Menteri Pendayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi nomor 16 Tahun 2009 pada ayat 7 menyatakan bahwa Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi guru yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Sejalan dengan tugas Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian dalam mengembangkan dan memberdayakan pendidik dan tenaga kependidikan maka pada tahun anggaran 2018 ini PPPPTK Pertanian telah merevisi modul-modul untuk pelatihan guru khususnya dalam lingkup bidang kejuruan agribisnis dan agroteknologi dimana modul disusun berdasarkan pengelompokan grade mulai grade 1 sampai dengan grade 10. Modul yang disusun akan digunakan untuk bahan pelatihan guru dimana guru akan diberikan pelatihan berdasarkan nilai hasil uji kompetensi yang dapat dipetakan posisinya pada grade berapa.

Adapun modul ini adalah modul grade 1 yang merupakan bagian dari modul Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi yang terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu bagian I Pendahuluan, bagian II Kegiatan Pembelajaran, bagian III Evaluasi, dan bagian IV Penutup.





Modul yang telah disusun selalu dilakukan pembaruan secara periodik setiap kurun waktu tertentu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan perubahan kebijakan-kebijakan terkait pengembangan dengan pendekatan High Order Thinking Skill (HOTS).

Semoga Modul Diklat PKB Guru Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Grade-1 ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Cianjur, Juli 2018
Kepala PPPPTK Pertanian

DR. Ir. H. R. Ruli Basuni, MP
NIP. 19630720 199001 1 001



Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Saran Cara penggunaan modul	3
Kegiatan Pembelajaran 1. Komponen Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen	5
A. Tujuan.....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktivitas Pembelajaran.....	15
E. Latihan/Kasus/Tugas	17
F. Rangkuman.....	20
G. Umpam Balik dan Tindak Lanjut.....	22
Kegiatan Pembelajaran Ke 2. Hakekat Ekologi dan Saling Ketergantungan Antar Makhluk Hidup	23
A. Tujuan.....	23
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	23
C. Uraian Materi	23
D. Aktivitas Pembelajaran.....	41
E. Latihan/Kasus/Tugas	42
F. Rangkuman.....	44
G. Umpam Balik dan Tindak Lanjut.....	46





Kegiatan Pembelajaran 3. Proses-proses Terjadinya Perubahan

Lingkungan	47
A. Tujuan	47
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	47
C. Uraian Materi.....	47
D. Aktivitas Pembelajaran.....	61
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	63
F. Rangkuman.....	65
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	66

Kegiatan Pembelajaran 4. Bentuk Ekosistem di Alam dan Contoh

Ekosistem di Alam	67
A. Tujuan	67
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	67
C. Uraian Materi.....	67
D. Aktivitas Pembelajaran.....	90
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	92
F. Rangkuman.....	94
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	96

Kegiatan Pembelajaran 5. Proses Suksesi Yang Terjadi di Alam97

A. Tujuan	97
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	97
C. Uraian Materi.....	97
D. Aktivitas Pembelajaran.....	124
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	126
F. Rangkuman.....	128
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	130

Kunci Jawaban.....131

Evaluasi133

Penutup139

Daftar Pustaka.....140

Glosarium.....141



Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Interaksi antar komponen ekologi	11
Gambar 2. Jaring – jaring makanan dalam ekosistem perairan	28
Gambar 3. Jaring – jaring makanan pada ekosistem darat.....	29
Gambar 4. Rantai makanan	29
Gambar 5. Rantai makanan dalam ekosistem perairan	31
Gambar 6. Piramida ekologi.....	31
Gambar 7. Piramida pada ekosistem laut.....	32
Gambar 8. Arus energi.....	33
Gambar 9. Siklus Nitrogen Di Laut	35
Gambar 10. Siklus Karbon di Laut.....	36
Gambar 11. Daur air.....	38
Gambar 12. Daur fosfor.....	39
Gambar 13. Daur sulfur.....	40
Gambar 14. Bioma gurun	70
Gambar 15. Bioma padang rumput	71
Gambar 16. Bioma Hutan hujan Tropik	72
Gambar 17. Bioma Hutan gugur.....	73
Gambar 18. Bioma Taiga	75
Gambar 19. Bioma tundra	75
Gambar 20. Berbagai Organisme Air Tawar Berdasarkan Cara Hidupnya	77
Gambar 21. Danau.....	77
Gambar 22. Daerah bentik	79
Gambar 23. Sungai	80
Gambar 24. Ekosistem Air laut.....	82
Gambar 25. Ekosistem pantai	84
Gambar 26. Ekosistem Estuari.....	85
Gambar 27. Terumbu karang	86
Gambar 28. Bendungan	87
Gambar 29. Hutan Tanaman Industri	88





Gambar 30. Agroekosistem.....	88
Gambar 31. Suksesi di ekosistem darat	103
Gambar 32. Suksesi sekunder setelah kebakaran.....	105
Gambar 33. Suksesi di eksistem daratan yang mengarah ke perairan	107
Gambar 34. Suatu seri suksesi pada ekosistem danau	109
Gambar 35. Ekosistem Stabil	123



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional mengamanahkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Pendidikan sebagai sebuah sistem merupakan keseluruhan komponen pendidikan yang saling terkait secara terpadu untuk mencapai tujuan pendidikan nasional. Komponen-komponen dalam sistem pendidikan antara lain adalah tujuan pendidikan, peserta didik, pendidik, sarana prasarana pendidikan, dan metode pendidikan. Berbicara tentang pendidikan tentunya tidak akan terlepas dari pendidik yang salah satu unsurnya adalah guru. Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Dalam menjalankan tugasnya guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Adapun kompetensi guru berdasarkan Permendiknas no 16 tahun 2007 tentang standar kompetensi dan kualifikasi guru, meliputi dimensi kompetensi pedagogi, kepribadian, sosial, dan profesional.

Di sisi lain masih terdapat berbagai masalah yang berkaitan dengan kondisi guru yaitu antara lain adalah: Adanya keberagaman kondisi kemampuan guru dalam proses pembelajaran; Belum sempurnanya alat ukur untuk mengetahui kemampuan guru; Pelatihan dan pembinaan yang diberikan kepada guru belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan guru.

Berkaitan dengan peningkatan kompetensi guru pada tahun 2015 ini pemerintah akan melakukan pemetaan kompetensi guru melalui uji kompetensi guru. Berdasarkan hasil uji kompetensi guru tersebut diharapkan dapat menunjukkan data peta kompetensi guru terletak pada grade yang mana sehingga dari data tersebut akan ditindaklanjuti peningkatan kompetensinya melalui modul-modul dan pelatihan-pelatihan yang sesuai.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) adalah unit pelaksana teknis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di bidang pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan yang mempunyai tugas melaksanakan pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan sesuai dengan bidangnya. Atas dasar kebutuhan peningkatan kompetensi guru tersebut maka pada tahun anggaran 2015 ini PPPPTK Pertanian melaksanakan penyusunan 10 grade Modul Diklat PKB bagi Guru Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi. Dalam modul ini difokuskan pada Modul Diklat PKB Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Grade 6 difokuskan pada Ekosistem dan interaksi antar komponen

Adapun lingkup materi yang dibahas dalam Modul Diklat PKB Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Modul F yang difokuskan pada ekosistem dan interaksinya dalam komponen. Modul ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi guru yang masih lemah dalam bidang tersebut sehingga jika pada kesempatan yang akan datang dilakukan uji kompetensi lagi diharapkan hasil nilai uji kompetensi guru dalam bidang tersebut dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan oleh pemerintah.

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan diklat ini peserta mampu menganalisis ekosistem dan interaksinya. Komponen Ekosistem dan interaksi antar komponen, hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makhluk hidup, proses- proses terjadinya perubahan lingkungan, bentuk ekosistem di alam dan contoh ekosistem yang ada di alam , proses suksesi yang terjadi di alam.



C. Peta Kompetensi

BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI	Modul	Judul
	A	Ruang Lingkup Biologi
	B	Keanekaragaman Hayati Dan Sistem Klasifikasi
	C	Sel, Jaringan, Dan Organ
	D	Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan Dan Hewan
	E	Peran Enzim Pada Metabolisme , Reproduksi Pada Tumbuhan Dan Hewan
	F	Ekosistem Dan Interaksinya Dalam Kehidupan
	G	Mikroorganisme, Plantae Dan Animalia
	H	Pencemaran Dan Pengelolaan Limbah
	I	Genetika Dan Evolusi Bidang Agribisnis Dan Agroteknologi
	J	Apikasi Bioteknologi Pada Bidang Agribisnis dan Agroteknologi

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi ini meliputi : Kegiatan pembelajaran 1. Komponen Ekosistem dan interaksi antar komponen; Kegiatan pembelajaran 2. Hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makhluk hidup; Kegiatan pembelajaran 3. Proses-proses terjadinya perubahan lingkungan; Kegiatan Pembelajaran 4. Bentuk ekosistem di alam dan contoh ekosistem yang ada di alam; Kegiatan pembelajaran 5. Proses suksesi yang terjadi di alam.

E. Saran Cara penggunaan modul

1. Penjelasan bagi Peserta

- Bacalah modul ini secara berurutan dari Kata Pengantar sampai Daftar Cek Kemampuan pahami dengan benar isi dari setiap babnya.
- Setelah Anda mengisi Cek Kemampuan, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari modul ini? Apabila Anda menjawab **YA**, maka pelajari modul ini.



- c. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi Anda berkembang sesuai standar.
- d. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai dengan yang disetujui oleh Fasilitator.
- e. Setiap mempelajari satu sub kompetensi, Anda harus mulai dari memahami tujuan kegiatan pembelajarannya, menguasai pengetahuan pendukung (Uraian Materi), melaksanakan Tugas-tugas, dan mengerjakan soal latihan.
- f. Dalam mengerjakan soal latihan, Anda jangan melihat Kunci Jawaban soal terlebih dahulu, sebelum Anda menyelesaikan soal latihan.
- g. Laksanakan Lembar Kerja untuk pembentukan psikomotorik skills sampai Anda benar-benar terampil sesuai standar. Apabila Anda mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugas ini, konsultasikan dengan fasilitator.
- h. Setelah Anda merasa benar-benar menguasai seluruh kegiatan belajar dalam modul ini, mintalah evaluasi dari fasilitator. Anda untuk dapat dinyatakan telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sehingga Anda mendapatkan sertifikat kompetensi.

2. Peran Fasilitator/ Mentor

- a. Membantu peserta dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing peserta melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu peserta dalam memahami konsep dan praktek baru serta menjawab pertanyaan peserta mengenai proses pembelajaran.
- d. Membantu peserta untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- g. Melaksanakan penilaian.
- h. Menjelaskan kepada peserta mengenai bagian yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
- i. Mencatat pencapaian kemajuan peserta.



Kegiatan Pembelajaran 1.

Komponen Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu menganalisis komponen abiotik, komponen biotik dan interaksi antar komponen dalam ekosistem dengan benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi komponen abiotik dalam ekosistem dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi komponen biotik dalam ekosistem dengan benar
3. Peserta diklat mampu menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dengan benar
4. Peserta mampu menerapkan komponen ekosistem dalam budidaya tanaman/ternak/ikan

C. Uraian Materi

Suatu organisme hidup akan selalu membutuhkan organisme lain dan lingkungan hidupnya. Hubungan yang terjadi antara individu dengan lingkungannya sangat kompleks, bersifat saling memengaruhi atau timbal balik. Hubungan timbal balik antara unsur-unsur hayati dengan nonhayati membentuk sistem ekologi yang disebut ekosistem. Di dalam ekosistem terjadi rantai makanan, aliran energi, dan siklus biogeokimia.

Eksosistem adalah suatu kondisi hubungan interdependensi (saling ketergantungan) antara faktor biotik (jenis-jenis makhluk hidup) dengan faktor abiotik (fisik dan kimiawi) pada suatu tempat dan waktu tertentu. Misalnya ekosistem kolam, ekosistem pantai, atau ekosistem hutan rawa gambut, sawah.



Komponen Penyusun Ekosistem

Setiap makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya. Lingkungan dalam hal ini adalah segala sesuatu yang terdapat di sekeliling makhluk hidup, kecuali makhluk hidup itu sendiri. Ada dua macam faktor, yaitu *biotik* dan *abiotik*.

a. Faktor biotik

Faktor biotik adalah makhluk hidup disekitar dan didalam makhluk hidup.

Komponen biotik terdiri dari berbagai jenis mikroorganisme, cendawan, ganggang, lumut, tumbuhan paku, tumbuhan tingkat tinggi, invertebrata, dan vertebrata serta manusia. Setiap komponen biotik memiliki cara hidup sendiri yang akan menentukan interaksi dengan komponen biotik lainnya dan komponen abiotik. Misalnya tumbuhan hijau melakukan fotosintesis untuk memperoleh makan, herbivora memakan tumbuhan, dan mikroorganisme menguraikan sisa-sisa tumbuhan serta hewan untuk memperoleh energi.

Berdasarkan fungsinya, komponen biotik dapat dibedakan atas:

- 1) *Produsen* (berklorofil=autotrof)
- 2) *Konsumen* (heterotrof), terdiri atas beberapa tingkat yaitu:
 - a) *Konsumen primer* (hewan herbivora).
 - b) *Konsumen sekunder* (hewan yang makan hewan herbivora).
 - c) *Konsumen tersier* (hewan karnivora).
- 3) Pengurai (dekomposer: bakteri, cendawan).

Produsen adalah makhluk hidup yang menyusun senyawa organic atau membuat makanannya sendiri dengan bantuan cahaya matahari. Makhluk hidup yang tergolong produsen, meliputi makhluk hidup yang dapat melakukan fotosintesis (tumbuhan, bakteri fotosintesis, ganggang hijau, ganggang hijau-biru).

Konsumen (makhluk hidup heterotrof) adalah makhluk hidup yang tidak mampu menyusun senyawa organik atau membuat makanannya sendiri. Untuk memenuhi kebutuhan makanannya, makhluk hidup ini bergantung pada makhluk hidup lain. Hewan dan manusia tergolong sebagai konsumen.



Dekomposer atau detritivora (pengurai) merupakan makhluk hidup yang menguraikan sisa-sisa makhluk hidup mati untuk memperoleh makanan atau bahan organik yang diperlukan. Penguraian memungkinkan zat-zat organik yang kompleks terurai menjadi zat-zat yang lebih sederhana dan dapat dimanfaatkan kembali oleh produsen. Makhluk hidup yang termasuk dekomposer adalah bakteri, cendawan, cacing, beberapa jenis rodent dan serangga tanah.

b. Faktor-abiotik

Faktor abiotik merupakan faktor yang bersifat tidak hidup (nonhayati), meliputi faktor-faktor iklim atau *klimatik* (suhu, cahaya, tekanan udara, kelembaban, angin, curah hujan), dan faktor-faktor tanah atau *edafik* (jenis tanah, struktur dan tekstur tanah, derajat keasaman ataupun pH, kandungan mineral dan air, serta dalamnya permukaan air tanah). Masing-masing faktor tersebut dapat diukur dan diketahui pengaruhnya pada makhluk hidup. Faktor abiotik bersifat saling berkaitan dan tidak satu pun bekerja sendiri-sendiri.

Suhu

Suhu atau temperatur adalah derajat energi panas. Sumber utama energi panas adalah radiasi matahari. Suhu merupakan komponen abiotik di udara, tanah, dan air. Suhu sangat diperlukan oleh setiap makhluk hidup, berkaitan dengan reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Reaksi kimia dalam tubuh makhluk hidup memerlukan enzim. Kerja suatu enzim dipengaruhi oleh suhu tertentu. Suhu juga mempengaruhi perkembangbiakan makhluk hidup. Contohnya, beberapa jenis burung akan melakukan migrasi menuju ke daerah yang suhunya sesuai untuk berkembangbiak. Untuk tanaman suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Ada tanaman untuk tumbuh secara optimal perlu suhu dingin, misal: wortel, kentang. Sedangkan untuk tanaman cabai, padi dan lain-lain perlu suhu panas.



Cahaya

Sinar matahari menyediakan energi cahaya yang digunakan tumbuhan dalam fotosintesa, tetapi juga menghangatkan lingkungan hidup dan menaikkan suhu air. Selanjutnya akan terjadi penguapan, terjadi proses kondensasi dapat turun ke bumi dalam bentuk hujan dan salju. Cahaya matahari terdiri dari beberapa macam panjang gelombang. Panjang gelombang, intensitas cahaya, dan lama penyinaran cahaya matahari berperan dalam kehidupan makhluk hidup. Misalnya tumbuhan memerlukan cahaya matahari dengan panjang gelombang tertentu untuk proses fotosintesis. Masing-masing tanaman memerlukan intensitas yang berbeda misalnya tanaman cabai memerlukan cahaya dengan intensitas 100%, tanaman anggrek memerlukan intensitas cahaya 30 – 60%

Air

Air merupakan pelarut mineral-mineral tanah sangat penting bagi tumbuhan dan keperluan dalam tubuh hewan, serta sebagai medium bagi makhluk hidup hidup. Air dapat berbentuk padat, cair, dan gas. Di alam, air dapat berbentuk padat, misalnya es dan kristal es (salju), serta berbentuk gas berupa uap air. Dalam kehidupan, air sangat diperlukan oleh makhluk hidup karena sebagian besar tubuhnya mengandung air

Peran air bagi tanaman yang sangat penting adalah air sebagai bahan utama untuk proses fotosintesa. Hasil proses fotosintesa akan menghasilkan karbohidrat/gula sebagai sumber energi bagi tanaman

Kelembaban

Kelembaban merupakan salah satu komponen abiotik di udara dan tanah. Kelembaban di udara berarti kandungan uap air di udara, sedangkan kelembaban di tanah berarti kandungan air dalam tanah. Kelembaban diperlukan oleh makhluk hidup agar tubuhnya tidak cepat kering karena penguapan. Kelembaban yang diperlukan setiap makhluk hidup berbeda-beda. Sebagai contoh, cendawan dan cacing memerlukan habitat yang sangat lembab. Sebagian besar tanaman memerlukan kelembaban 60-80%. Kalau menurut saudara apa yang terjadi pada tanaman, apabila kelembaban dalam tanah terlalu tinggi?



Udara

Udara terdiri dari berbagai macam gas, diantaranya nitrogen (78.09%), oksigen (20.93%), karbon dioksida (0.03%), dan gas-gas lain. Nitrogen diperlukan makhluk hidup untuk membentuk protein. Oksigen digunakan makhluk hidup untuk bernafas, sedangkan karbondioksida diperlukan tumbuhan untuk fotosintesis.

Garam-Garam-Mineral

Garam-garam mineral antara lain ion-ion nitrogen, fosfat, sulfur, kalsium, dan natrium. Garam-garam mineral ini dikenal juga sebagai unsur hara tanaman, atau nutrisi tanaman. Komposisi garam-garam mineral tertentu menentukan sifat tanah dan air. Contohnya kandungan ion-ion hydrogen menentukan tingkat keasaman, sedangkan kandungan ion natrium dan klorida di air menentukan tingkat salinitas (kadar garam). Tumbuhan mengambil garam-garam mineral (unsur hara) dari tanah dan air untuk proses fotosintesis.

Derajad keasaman berperan penting dalam penyerapan unsur hara oleh tanaman. pH yang ideal adalah pH netral yaitu pH 7.

Tanah

Tanah merupakan hasil pelapukan batuan yang disebabkan oleh iklim atau lumut, dan pembusukan/penguraian bahan organik. Tanah dalam bidang pertanian sangat penting karena tanah merupakan tempat hidup sebagian besar tanaman, hewan dan mikroorganisme. Tanah memiliki sifat tekstur, struktur dan kandungan garam mineral tertentu. Tanah yang subur sangat diperlukan oleh makhluk hidup untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Tumbuhan akan tumbuh dengan baik pada tanah yang subur. Setiap makhluk hidup dalam ekosistem menempati suatu tempat yang spesifik. Tempat hidup tersebut antara lain di dasar perairan, dibawah bebatuan, atau di dalam tubuh makhluk lainnya. Itulah sebabnya pada tempat-tempat tertentu kita dapat menemukan makhluk hidup yang khas dan tidak dijumpai di tempat lainnya. Tempat hidup yang spesifik dikenal dengan istilah **habitat**.



Interaksi-antar-komponen

Setiap makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya. Lingkungan dalam hal ini adalah segala sesuatu yang terdapat disekeliling makhluk hidup, berupa unsur-unsur biotik maupun unsur abiotik yang mempengaruhi dan dipengaruhi makhluk hidup tersebut. Ruang lingkup ekologi meliputi beberapa unit dalam spektrum biologi. Unit-unit lingkup ekologi tersebut secara hirarki dimulai dari individu, populasi, komunitas, ekosistem dan bioma.

Individu adalah satuan makhluk hidup dari satu spesies tertentu. Misalnya satu tumbuhan rumput, seekor belalang, seekor burung atau seekor ular.

Populasi merupakan sekelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai kumpulan yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu. Misalnya populasi rumput, populasi belalang, populasi puyuh, atau populasi ular.

Komunitas adalah kelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai populasi yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu. Misalnya komunitas padang rumput, meliputi populasi rumput, populasi belalang, populasi burung puyuh, dan populasi ular. Sedangkan komunitas kolam, meliputi populasi ganggang, populasi siput, populasi tanaman air, populasi ikan tertentu.

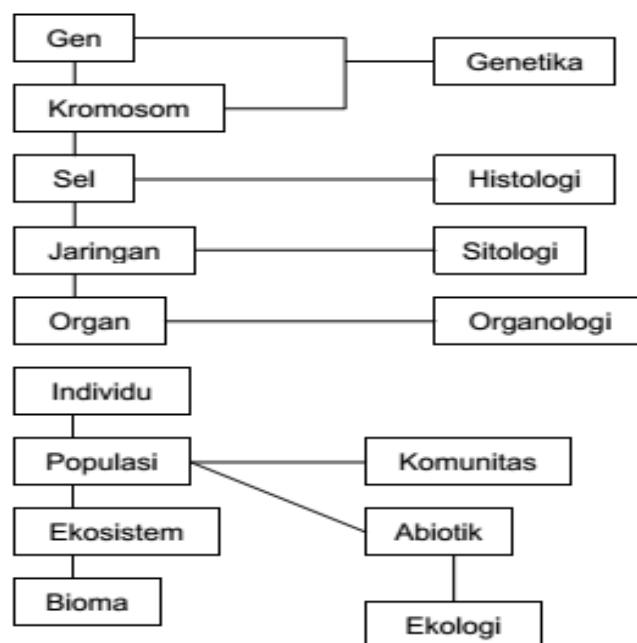
Ekologi

Ekologi merupakan cabang biologi yang relatif baru, namun banyak kaitannya dengan cabang-cabang ilmu biologi lainnya. Keterkaitan ekologi dengan cabang-cabang biologi lainnya dapat ditunjukkan pada marteri berikut.

Pendekatan ekologi adalah memahami faktor-faktor dan proses proses penting yang melandasi keberadaan dan kelimpahan jenis ditempat hidupnya. Berbagai faktor atau proses penting itu dijadikan sumber informasi dan titik acuan untuk kepentingan manusia.



Makhluk hidup meluangkan waktunya untuk berkompetisi dalam memperoleh makanan, tempat berlindung, dan pasangan kawin. Didalam lingkungan biotik terdapat interaksi antara individu sejenismaupun antara jenis berbeda. Interaksi antara individu dapatmenyebabkan keuntungan, kerugian, atau tidak menimbulkan pengaruh sama sekali seperti terdapat pada Tabel berikut.



Gambar 1. Interaksi antar komponen ekologi

Beberapa macam hubungan atau interaksi ekologi antar sesama makhluk hidup terjadi dalam bentuk saling merugikan, saling membunuh, atau saling menguntungkan. Berikut ini uraian interaksi antar spesies dalam suatu komunitas.

1) Kompetisi

Beberapa spesies dapat hidup berdampingan di dalam sebuah komunitas sepanjang mereka mempunyai kebutuhan yang berbeda dalam suatu relung ekologi, meskipun relung mereka saling tumpang tindih. Kehidupan demikian dapat terpenuhi selama kebutuhan hidup terhadap sumber yang sama tersedia dalam jumlah yang berlebihan. Akan tetapi jika sumber kebutuhan terbatas, maka hubungan antar spesies akan berubah menjadi suatu bentuk persaingan atau kompetisi.



Kompetisi adalah interaksi antara dua makhluk hidup yang mengakibatkan kedua makhluk hidup tersebut mengalami kerugian. Adapun kebutuhan hidup yang sering diperebutkan antara lain, adalah makanan, tempat berlindung, tempat bersarang, sumber air, dan pasangan untuk kawin. Semakin besar tumpang tindih relung ekologi, semakin sering terjadi kompetisi. Bentuk kompetisi yang terjadi berupa **kompetisi intraspesifik** (kompetisi antar anggota satu spesies), contohnya jenis burung di hutan yang memakan serangga yang sama.

Kompetisi interpesifik merupakan kompetisi antar anggota yang berbeda spesies. Kompetisi ini terjadi jika dua atau lebih populasi pada suatu wilayah memiliki kebutuhan hidup yang sama, sedangkan ketersediaan kebutuhan tersebut terbatas. Sebagai contoh adalah rusadan kambing yang sama-sama membutuhkan rumput sebagai pakan ditempat yang sama. Di alam, persaingan antar individu dalam spesies penting artinya untuk mengatur populasi spesies tersebut sehingga terjadi suatu keseimbangan.

2) Simbiosis

Sebuah hubungan yang dekat antara dua spesies makhluk hidup yang berbeda disebut simbiosis, yang berarti hidup bersama. Simbiosis dapat dibedakan menjadi **parasitisme**, **komensalisme**, **protokooperasi**, dan **mutualisme**.

Simbiosis parasitisme merupakan bentuk interaksi antara dua jenis populasi dengan satu jenis memperoleh keuntungan sedangkan jenis lain menderita kerugian. Makhluk hidup yang memperoleh keuntungan dari interaksi ini disebut *parasit*, sedangkan makhluk hidup yang dirugikan disebut *inang*. Parasit memperoleh makanan dari inang (hospes). Ada dua jenis parasit, yaitu **endoparasit** (makhluk hidup yang hidup di dalam jaringantubuh inangnya, seperti bakteri paru-paru, cacing perut, dan *Plasmodium*) dan **ektoparasit** (parasit yang hidup dipermukaan tubuh inangnya, seperti kutu daun, hama wereng, benalu). Parasit dapat hidup pada permukaan kulit, atau dalam tubuh makhluk hidup (inangnya).



Beberapa contoh hubungan parasitisme adalah: caplak dan pinjal anjing hidup pada permukaan kulit dan menghisap darah anjing; cendawan pada udang; dan *Carapus* sp. (ikan mutiara) hidup pada *Actinopygia* sp. (mentimun-laut). Tali putri pada tanaman pagar teh-tehan, dimana tali putri membuat tanaman teh-tehan kering, yang selanjutnya bisa mati.

Simbiosis komensalisme adalah bentuk interaksi yang menyebabkan satu individu jenis populasi mendapatkan keuntungan, sedangkan individu jenis yang lain tidak terpengaruh (tidak diuntungkan, maupun dirugikan). Contoh: ikan remora yang melekatkan diri dengan alat penghisap pada sisi bawah ikan hiu. Ikan remora mendapat makanan dari sisa-sisa makanan hiu, sedangkan hiu tidak dirugikan dengan kehadiran ikan remora. Tanaman anggrek epifit yang hidup menempel pada tanaman pohon.

Simbiosis protokooperasi merupakan bentuk interaksi yang dapat menghasilkan keuntungan secara bersama-sama, tetapi bukan merupakan keharusan bagi kedua populasi untuk selalu saling berhubungan agar dapat hidup. Contoh: burung pemakan kutu dengan kerbau.

Simbiosis mutualisme adalah bentuk interaksi yang menyebabkan kedua spesies sama-sama mendapat keuntungan, disebut juga dengan simbiosis obligat. Contohnya adalah polinasi pada bunga dibantu oleh lebah, kupu-kupu, burung, atau kelewar. Begitu juga interaksi antara semut dengan tumbuhan *Acacia* didaerah-tropis.

c. Predasi

Merupakan jenis interaksi makan dan dimakan. Pada predasi, umumnya satu spesies memakan spesies lainnya. Ada juga beberapa hewan memangsa sesama jenisnya (sifat *kanibalisme*). Makhluk hidup yang memakan disebut pemangsa (*predator*), sedangkan makhluk hidup yang dimakan disebut mangsa (*prey*).



Predasi tidak terbatas antar hewan, tetapi juga dapat terjadi pada herbivora dan tumbuhan. Pada predasi antar hewan, predator kebanyakan berukuran lebih besar daripada mangsanya. Interaksi antara populasi dalam komunitas itu bermacam-macam, ada yang sangat erat, ada yang kurang erat dan ada yang tidak jelas terlihat.

Interaksi Antar komponen Biotik dengan Abiotik

Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik membentuk ekosistem. Hubungan antara organisme dengan lingkungannya menyebabkan terjadinya aliran energi dalam sistem itu. Selain aliran energi, di dalam ekosistem terdapat juga struktur atau tingkat trofik, keanekaragaman biotik, serta siklus materi.

Dengan adanya interaksi-interaksi tersebut, suatu ekosistem dapat mempertahankan keseimbangannya. Pengaturan untuk menjamin terjadinya keseimbangan ini merupakan ciri khas suatu ekosistem. Apabila keseimbangan ini tidak diperoleh maka akan mendorong terjadinya dinamika perubahan ekosistem untuk mencapai keseimbangan baru.

Ekosistem berfungsi karena adanya aliran energi dan daur materi. Saling pengaruh memengaruhi antara aliran energi dan daur materi di dalam ekosistem akan menghasilkan keadaan homeostatis yang mantap.

Proses utama yang terjadi di dalam ekosistem meliputi:

- 1) **Aliran energi** : rantai makanan (di ekosistem akuatik maupun terestrial) dan jaring-jaring makanan
- 2) **Daur materi**: 40 – 80 unsur seperti C, H, O, N, P, S, dan lain sebagainya

Di alam terjadi aliran energi dalam bentuk rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Aliran energi ini berlangsung dari satu organisme ke organisme yang lain.



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang komponen ekosistem dan interaksinya, peserta diklat mengamati slide, gambar tentang interaksi antar komponen ekosistem
Kemudian dilakukan tanya jawab tentang komponen ekosistem dan interaksinya
Peserta diklat diminta mengamati di lingkungan belajar / di luar kelas/ taman/ lapangan/ kebun komponen penyusun ekosistemnya
Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/ menggambar komponen abiotik dan biotik penyusun ekosistem
2. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat
3. Peserta diklat melakukan praktikum , mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat , dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja 1

- a. Judul : Menganalisis komponen ekosistem
- b. Tujuan : Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik ekosistem darat
- c. Alat / bahan:
 - Taman/ ladang
 - ATK
 - Loupe
- d. Cara Kerja:
 - Datanglah ke taman/ ladang/ sawah
 - Amatilah hewan/ tumbuhan/ mikroorganisme yang ada
 - Amatilah komponen abiotiknya, batu, tanah, udara, air
 - Catatlah jenis komponen biotik dan abiotik yang menyusunnya
 - Buatlah laporan



4. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat, dan dikumpulkan kepada fasilitator
5. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat
6. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat
7. Peserta diklat menyimpulkan tentang mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat
8. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
9. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat dan menyampaikan materi yang belum jelas
10. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan/tes kepada peserta diklat
11. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

Lembar Kerja 2

- a. Lakukan analisis interaksi yang terjadi pada ekosistem komponen biotik dan abiotic hasil dari identifikasi dari pengamatan lapang. Analisis ini dilakukan dalam team. Satu team terdiri dari 4-5 orang
- b. Gambarkan pada kertas koran, dan sajikan
- c. Setiap team melihat dan mengkaji hasil karya dari team lain
- d. Membuat kesimpulan bersama dari hasil kajian team



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan !

Setelah anda mempelajari materi Komponen ekosistem dan interaksinya, selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Berikut ini yang bukan merupakan komponen abiotik adalah....
 - a. Tanah
 - b. Mikroorganisme
 - c. Sinar matahari
 - d. Air
 - e. Udara
2. Komponen terbesar penyusun udara adalah....
 - a. Oksigen
 - b. Karbondioksida
 - c. Uap air
 - d. Ozon
 - e. Nitrogen
3. Faktor abiotik dari suatu ekosistem yang tidak dipengaruhi oleh letak garis lintang (latitude) adalah
 - a. Suhu
 - b. Iklim
 - c. Kelembaban
 - d. Radiasi matahari
 - e. Derajat keasaman (pH)
4. Berikut ini yang merupakan komponen biotik dalam ekosistem, antara lain....
 - a. Tanah, sampah organik, sampah anorganik
 - b. Jamur, bakteri tumbuhan dan hewan
 - c. Daun kering, oksigen, sinar matahari
 - d. Sinar matahari, suhu, air, oksigen
 - e. Tumbuhan, hewan, manusia dan lingkungan sekitarnya



5. Berikut ini yang tergolong organisme heterotrof adalah....
 - a. Ganggang , jamur, dan mikroorganisme
 - b. Ganggang , lumut dan tumbuhan paku
 - c. Bakteri, jamur dan hewan
 - d. Tumbuhan, hewan dan manusia
 - e. Jamur, Lichen, dan ganggang biru
6. Di bawah ini yang bukan merupakan produsen adalah....
 - a. Ganggang di kolam
 - b. Teratai di danau
 - c. Benalu yang tumbuh epifit di pohon
 - d. Bunga bangkai di kebun raya
 - e. Rafflesia arnoldi yang tumbuh di daerah Bengkulu
7. Organisme yang berperan sebagai detrititor adalah....
 - a. Padi
 - b. Cacing
 - c. Bakteri
 - d. Paus
 - e. Burung
8. Interaksi antara kucing dengan kambing disuatu ekosistem ladang merupakan
 - a. Komensalisme
 - b. Mutualisme
 - c. Parasitisme
 - d. Netralisme
 - e. Kompetisi



9. Belaku yang hidup di pohon merupakan bentuk interaksi....
 - a. Endoparasit
 - b. Ektoparasit
 - c. Amensalisme
 - d. Kompetisi intraspesifik
 - e. Kompetisi interspesifik
10. Berikut ini yang merupakan interaksi antar populasi predasi yaitu....
 - a. Cicak dan nyamuk
 - b. Nyamuk dan manusia
 - c. Nyamuk dan lalat
 - d. Tikus dan kecoa
 - e. Kucing dan anjing
11. Tanaman anggrek merupakan tanaman epifit, memerlukan cahaya 30%, Menurut saudara, apa yang kan terjadi apabila tanaman anggrek ditanam pada green house yang beratap kaca bening
 - a. Pertumbuhan lebih lambat
 - b. Pertumbuhan lebih cepat
 - c. Pertumbuhan optimum
 - d. Tanaman tidak mengalami pertumbuhan/mati
 - e. Tanaman tidak mau berbunga
12. Tanaman jagung untuk tumbuh optimum pada dataran rendah. Apa yang terjadi apabila jagung ditanam di dataran tinggi
 - a. Umur panen lebih cepat (umur lebih pendek)
 - b. Umur panen lebih lama (umur lebih panjang)
 - c. Umur panen sama dataran rendah dan tinggi
 - d. Produksi lebih banyak (produksi maksimal)
 - e. Produksi lebih sedikit (produksi minimal)



13. pH tanah merupakan salah satu sifat kimia yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. pH yang ideal adalah pH netral. Apabila suatu tanah pH nya kurang dari 7, apa yang akan dilakukan agar pertumbuhan tanaman optimal
- Penebaran pupuk organic
 - Penebaran pupuk an organik
 - Penebaran kapur
 - Penebaran belerang
 - Penebaran fosfat
14. Dibawah ini adalah bentuk simbiosis komensalisme
- Tanaman tali putri dengan tanaman pagar the-tehan
 - Tanaman anggrek dengan tanaman jambu air
 - Tanaman benalu dengan tanaman manga
 - Burung pemakan kutu dengan kerbau
 - Semut dengan tumbuhan acasia

F. Rangkuman

Setiap makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya. Lingkungan dalam hal ini adalah segala sesuatu yang terdapat disekeliling makhluk hidup, kecuali makhluk hidup itu sendiri. Ada dua macam faktor, yaitu *biotik* dan *abiotik*.

Faktor biotik (hayati) adalah segala makhluk hidup di sekitar dan di dalam makhluk hidup, misalnya: ayah, ibu, teman sekelas, anjing, pinjal pada anjing, dan-pohon-sepanjang-jalan.

Faktor abiotik adalah segala sesuatu yang bersifat tidak hidup tetapi diperlukan untuk kelangsungan hidup makhluk hidup misalnya air, cahaya, suhu, kelembaban udara, tanah, dan angin.

Kepadatan populasi adalah jumlah individu dalam hubungannya dengan ruang yang mereka tempati pada waktu tertentu ($D = N/S$). Satuan untuk makhluk hidup di darat. Setiap makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya.



Individu adalah satuan makhluk hidup dari satu spesies tertentu. Misalnya satu tumbuhan rumput, seekor belalang, seekor burung atau seekor ular.

Populasi merupakan sekelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai kumpulan yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu. Misalnya populasi rumput, populasi belalang, populasi puyuh, atau populasi ular.

Komunitas adalah kelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai populasi yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu. Misalnya komunitas padang rumput, meliputi populasi rumput, populasi belalang, populasi burung puyuh, dan populasi ular. Sedangkan komunitas kolam, meliputi populasi ganggang, populasi siput, populasi tanaman air, populasi ikan tertentu.

Eksosistem adalah suatu kondisi hubungan interdependensi (saling ketergantungan) antara faktor biotik (jenis-jenis makhluk hidup) dengan faktor abiotik (fisik dan kimiawi) pada suatu tempat dan waktu tertentu.

Bioma merupakan ekosistem dalam skala besar yang melibatkan klimak akibat perbedaan letak geografis, disebut juga ekosistem klimaks. Misalnya gurun, hutan hujan tropis, hutan gugur, dan tundra.

Ekologi merupakan cabang biologi yang relatif baru, namun banyak kaitannya dengan cabang-cabang ilmu biologi lainnya. Keterkaitan ekologi dengan cabang-cabang biologi lainnya dapat ditunjukkan pada konsep pencemaran lingkungan.

Pendekatan ekologi adalah memahami faktor-faktor dan proses-proses penting yang melandasi keberadaan dan kelimpahan jenis di tempat hidupnya.



G. Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini, dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menganalisis komponen abiotik dalam ekosistem		
2	Dapat menganalisis komponen biotik dalam ekosistem		
3	Dapat menganalisis interaksi antar komponen dalam ekosistem		
4	Dapat menerapkan rantai makanan dalam ekosistem tertentu		
5	Dapat menganalisis kedudukan makhluk hidup dalam ekosistem		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Kegiatan Pembelajaran Ke 2.

Hakekat Ekologi dan Saling Ketergantungan Antar Makhluk Hidup

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu menganalisis hakekat ekologi, saling ketergantungan antar makhluk hidup dan memberikan contoh aliran energi dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi hakekat ekologi dengan benar
2. Peserta diklat mampu menganalisis saling ketergantungan antar makhluk hidup dengan benar
3. Peserta diklat mampu menerapkan contoh proses aliran energi dengan benar

C. Uraian Materi

Hakekat Ekologi

Setiap makhluk hidup dalam ekosistem menempati suatu tempat yang spesifik. Tempat hidup tersebut antara lain di dasar perairan, dibawah bebatuan, atau di dalam tubuh makhluk lainnya. Itulah sebabnya pada tempat-tempat tertentu kita dapat menemukan makhluk hidup yang khas dan tidak dijumpai di tempat lainnya. Tempat hidup yang spesifik dikenal dengan istilah **habitat**.

Untuk melakukan berbagai aktivitas hidupnya, setiap makhluk hidup membutuhkan energi dan nutrien. Kebutuhan hidup tersebut dapat dipenuhi melalui berbagai proses yang dapat menentukan kedudukan mereka dalam suatu ekosistem. Dalam hal ini, makhluk hidup dapat berperan sebagai produsen, konsumen, dekomposer, predator, mangsa, parasit, atau pesaing.



Masing-masing makhluk hidup dengan peranannya yang berbeda-beda secara bersama-sama dengan lingkungan abiotiknya akan membentuk suatu **relung ekologi**. Istilah relung (*niche*) dalam ekologi dapat diartikan sebagai tempat atau cara hidup. Relung ekologi setiap spesies meliputi semua macam hubungan antara spesies dengan lingkungannya. Contohnya tikus sawah yang dipengaruhi oleh faktor abiotik, misalnya struktur, air, dan iklim disawah. Sebaliknya tikus sawah juga memengaruhi lingkungan abiotik dengan membuat lubang-lubang di pematang sawah tempat berlindung dan menyembunyikan makanan. Cara hidup tikus sawah tersebut tidak akan dapat berlangsung di daerah padang pasir atau habitat lainnya. Setiap spesies memerlukan habitat yang sesuai dengan cara hidupnya. Dengan demikian, *relung ekologi* merupakan cara hidup suatu makhluk hidup pada suatu habitat.

Saling Ketergantungan

Semua makhluk hidup selalu bergantung kepada makhluk hidup yang lain. Tiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lain jenis, baik individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi demikian banyak kita lihat di sekitar kita. Interaksi antarorganisme dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Netral

Hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak, disebut netral. Contohnya: antara ikan betutu dengan tanaman air.

2. Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat sebab tanpa mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Contoh : ikan mujair dengan mangsanya, yaitu zooplankton



3. Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antarorganisme yang berbeda spesies, bila salah satu organisme hidup pada organisme lain dan mengambil makanan dari hospes/inangnya sehingga bersifat merugikan inangnya. contoh : *Plasmodium* dengan manusia, *Taeniasaginata* dengan sapi, dan benalu dengan pohon inang.

4. Komensalisme

Komensalisme merupakan hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan; ialah satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan. Contohnya ikan kecil yang selalu mengikuti ikan besar.

5. Mutualisme

Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies yang saling menguntungkan kedua belah pihak. Contoh, bakteri yang menempel pada tanaman air.

Interaksi Antar Populasi

Antara populasi yang satu dengan populasi lain selalu terjadi interaksi secara langsung atau tidak langsung dalam komunitasnya. Contoh interaksi antar populasi adalah sebagai berikut :

1. **Alelopati** merupakan interaksi antar populasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain. Contohnya, di sekitar pohon walnut (*juglans*) jarang ditumbuhkan tumbuhan lain karena tumbuhan ini menghasilkan zat yang bersifat toksik. Pada mikroorganisme istilah alelopati dikenal sebagai *anabiosia*. Contoh, jamur *Penicillium sp.* dapat menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.
2. **Kompetisi** merupakan interaksi antar populasi, bila antar populasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara populasi ikan mujair dengan populasi ikan nila di dalam situ.



Interaksi Antar Komunitas

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

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

Saling Ketergantungan Antar Komponen Dalam Ekosistem Perikanan Air Tawar.

Semua makhluk hidup selalu bergantung kepada makhluk hidup yang lain. Tiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lain jenis, baik individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi demikian banyak kita lihat di sekitar kita.

Interaksi Antarkomponen Biotik dengan Abiotik

Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik membentuk ekosistem. Hubungan antara organisme dengan lingkungannya menyebabkan terjadinya aliran energi dalam sistem itu. Selain aliran energi, di dalam ekosistem terdapat juga struktur atau tingkat trofik, keanekaragaman biotik, serta siklus materi.

Dengan adanya interaksi-interaksi tersebut, suatu ekosistem dapat mempertahankan keseimbangannya. Pengaturan untuk menjamin terjadinya keseimbangan ini merupakan ciri khas suatu ekosistem. Apabila keseimbangan ini tidak diperoleh maka akan mendorong terjadinya dinamika perubahan ekosistem untuk mencapai keseimbangan baru.



Ekosistem berfungsi karena adanya aliran energi dan daur materi. Saling pengaruh mempengaruhi antara aliran energi dan daur materi di dalam ekosistem akan menghasilkan keadaan homeostatis yang mantap.

Proses utama yang terjadi di dalam ekosistem meliputi:

1. Aliran energi : rantai makanan (di ekosistem akuatik maupun terestrial) dan jaring-jaring makanan
2. Daur materi: 40 – 80 unsur seperti C, H, O, N, P, S, dan lain sebagainya

Di alam terjadi aliran energi dalam bentuk rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Aliran energi ini berlangsung dari satu organisme ke organisme yang lain.

Jaring-jaring makanan dan Rantai Makanan

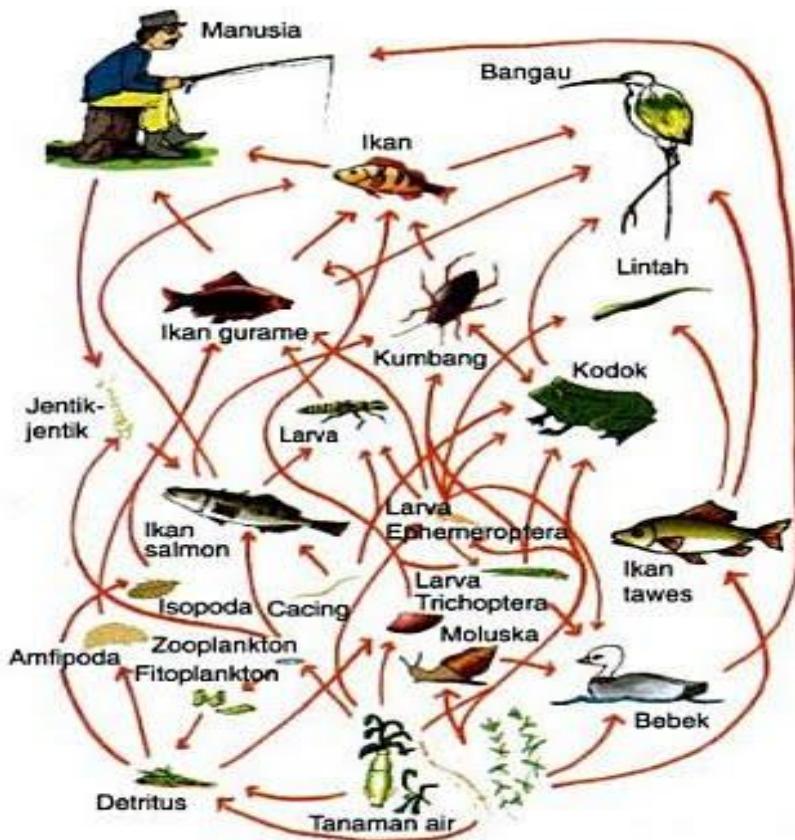
Jaring-jaring Makanan (Food Web)

Dalam suatu ekosistem hubungan makan dan dimakan yang sangat kompleks saling berkaitan dan bercabang sehingga membentuk jaring-jaring makanan. Jaring-jaring makanan merupakan rantai makanan yang kompleks. Sumber : Aryulina, Diah (2007 : 281).

Cahaya matahari merupakan sumber utama energi bagi kehidupan. Energi matahari masuk ke dalam komponen biotik melalui produsen. Oleh produsen, energi cahaya matahari diubah menjadi energi kimia. Energi kimia mengalir dari produsen ke konsumen dari berbagai tingkat trofik melalui jalur rantai makanan.

- a. **Produktivitas Primer** adalah kecepatan mengubah cahaya matahari dalam bentuk bahan organik oleh organisme autotrof.
- b. **Produktivitas Sekunder** adalah kecepatan energi kimia mengubah bahan organik menjadi simpanan energi kimia baru oleh organisme heterotrof.





Gambar 2. Jaring – jaring makanan dalam ekosistem perairan

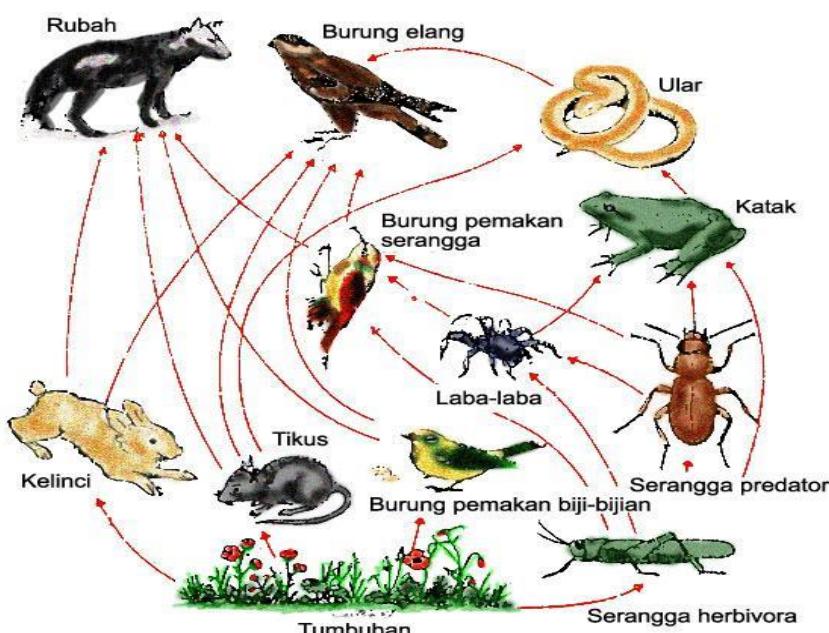
Pada ekosistem, setiap organisme mempunyai suatu peranan, ada yang berperan sebagai produsen, konsumen ataupun dekomposer. Produsen terdiri dari organisme-organisme berklorofil (autotrof) yang mampu memproduksi zat-zat organik dari zat-zat anorganik (melalui fotosintesis). Zat-zat organik ini kemudian dimanfaatkan oleh organisme-organisme heterotrof (manusia dan hewan) yang berperan sebagai konsumen.

Sebagai konsumen, hewan ada yang memakan produsen secara langsung, tetapi ada pula yang mendapat makanan secara tidak langsung dari produsen dengan memakan konsumen lainnya. Karenanya konsumen dibedakan menjadi beberapa macam yaitu konsumen I, konsumen II, dan seterusnya hingga konsumen puncak. Konsumen II, III, dan seterusnya tidak memakan produsen secara langsung tetapi tetap tergantung pada produsen, karena sumber makanan konsumen I adalah produsen.



Peranan makan dan dimakan di dalam ekosistem akan membentuk rantai makanan bahkan jaring-jaring makanan. Perhatikan contoh sebuah rantai makanan ini: daun berwarna hijau (Produsen) → ulat (Konsumen I) → ayam (Konsumen II) → musang (Konsumen III) → macan (Konsumen IV/Puncak).

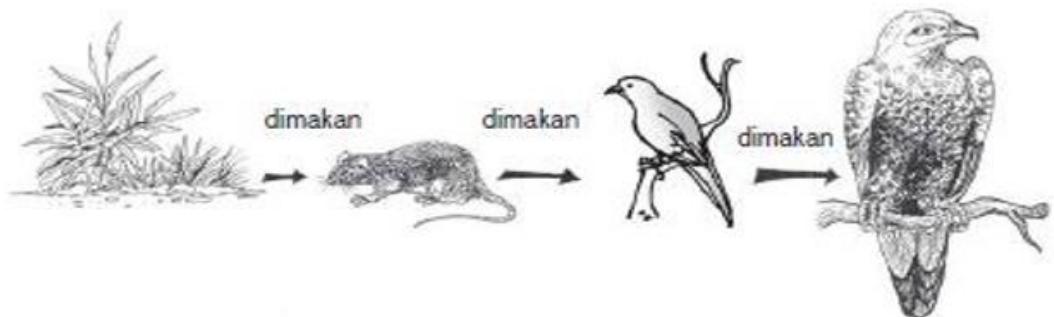
Dalam ekosistem rantai makanan jarang berlangsung dalam urutan linier, tetapi membentuk jaring-jaring makanan (food web). Perhatikan contoh jaring-jaring makanan pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Jaring – jaring makanan pada ekosistem darat

Rantai Makanan

Rantai makanan merupakan peristiwa makan dan dimakan dalam suatu ekosistem dengan urutan tertentu.



Gambar 4. Rantai makanan



Rantai makanan adalah suatu sistem kehidupan yang disusun oleh tumbuhan dan berbagai jenis hewan. Tumbuhan sebagai mata rantai pertama dimakan oleh hewan tertentu yang disebut konsumen I. Konsumen II dimakan konsumen III, konsumen III dimakan konsumen IV dan berakhir pada konsumen ke-n.

1. Tumbuhan yang menjadi rantai pertama disebut sebagai produsen
2. Konsumen I yang memakan tumbuhan disebut herbivora
3. Konsumen II, III, IV, dan ke-n yang memakan hewan disebut karnivora

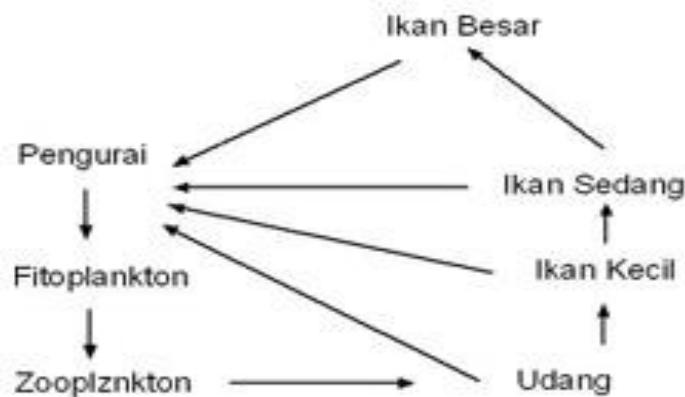
Rantai makanan dapat dibedakan menjadi:

1. **Rantai makanan tanaman** (*grazing food chain*), berawal dari tanaman hijau yang dimakan oleh herbivora selanjutnya herbivora dimakan oleh carnivora
2. **Rantai makanan detritus** (*detritus food chain*) berawal dari bahan organik yang telah mati yang dipecah oleh mikroorganisme, kemudian dimakan oleh hewan pemakan detritus, kemudian dimakan predatornya.

Dengan demikian rantai makanan atau aliran energi itu dapat digambarkan sebagai garis lurus, karena mulai dari satu titik (tumbuhan) berakhir di satu titik lain (konsumen ke-n). Semua jenis konsumen yang mati, tubuhnya akan diuraikan oleh kelompok mikrobia yang hidup ditanah misalnya jamur dan bakteri.

Mikrobia yang merombak jasad organisme yang sudah mati ini disebut sebagai pengurai (*decomposer*). Hasil peruraian oleh bakteri berupa unsur mineral, diserap oleh akar tumbuhan dan digunakan sebagai sumber makanan atau hara, sehingga tumbuhan tetap terjaga kelestariannya. Jadi daur materi adalah rantai makanan “disambung” oleh mikrobia yang menguraikan organisme yang sudah mati menjadi mineral. Selanjutnya mineral tersebut menjadi bagian penyusun dari tumbuhan.

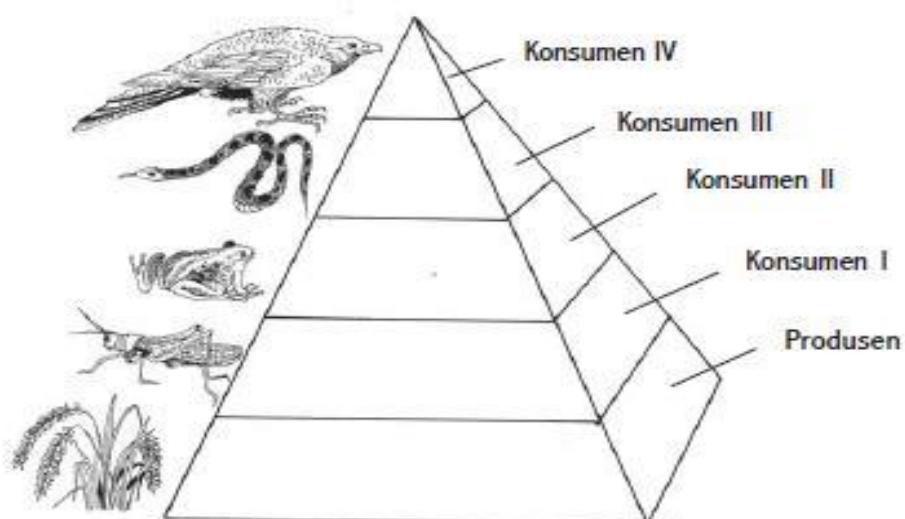
Contoh rantai makanan: Di dalam ekosistem perairan terbentuk rantai makanan antara lain:



Gambar 5. rantai makanan dalam ekosistem perairan

Piramida ekologi

Piramida ekologi merupakan gambaran perbandingan antara produsen, konsumen I, konsumen II, dan seterusnya. Piramida ekologi dapat digambarkan berdasarkan **jumlah**, **biomassa**, dan **energi**. Piramida ekologi bagian dasar biasanya ditempati oleh produsen, kemudian konsumen I, dan seterusnya konsumen II dan konsumen III sampai konsumen puncak (Gambar 7) Materi dan energi kimia potensial ditransfer dari satu tingkat antropik ke tingkat tropik yang di atasnya. Dalam proses transfer energi ini tidak pernah 100% efisien. Selalu ada sebagian energi yang hilang ataupun tidak dapat dimanfaatkan. Sehubungan dengan itu terjadilah aliran energi, dimana energi berpindah melalui tiap tingkat antropik yang semakin lama semakin kecil.

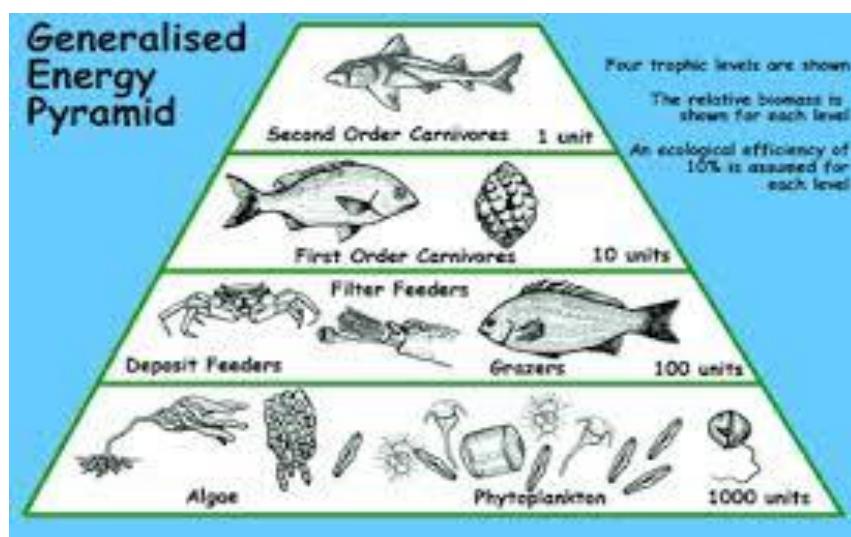


Gambar 6. piramida ekologi



Energi tidak pernah habis, tetapi berubah menjadi bentuk yang lain, misalnya panas. Berhubungan dengan inilah maka istilah *aliran energi* digunakan dalam ekosistem, bukan siklus energi. Kalau jumlah energi untuk tiap-tiap tingkatan tropik ini digambarkan dalam suatu histogram dimana tingkatan tropik yang tinggi di sebelah atas maka akan membentuk semacam piramida yang disebut *pyramid aenergi*, yang berarti makin tinggi tingkatan tropiknya, jumlah energinya makin kecil.

Data yang diperoleh **Howard Odum** dari studi ekosistem sungai di Silver Spring, Florida menunjukkan bahwa hanya 17% energi potensial dari produsen yang ditransfer ke herbivora. Konsumen tingkat dua hanya memperoleh 21% dari energi potensial yang ada pada herbivora. Hanya kira-kira 5% energi potensial pada konsumen sekunder yang ditransfer ke konsumen tersier. Dan konsumen tersier hanya menerima kira-kira 0,1% energi potensial yang berasal dari produsen. Berikut gambar piramida energi pada ekosistem laut.



Gambar 7. Piramida pada ekosistem laut

Piramida Jumlah dan Biomassa

Adanya energi yang hilang sepanjang rantai makanan menyebabkan terjadinya piramida jumlah (*pyramide of number*) dan piramida biomassa (*pyramide of biomass*).

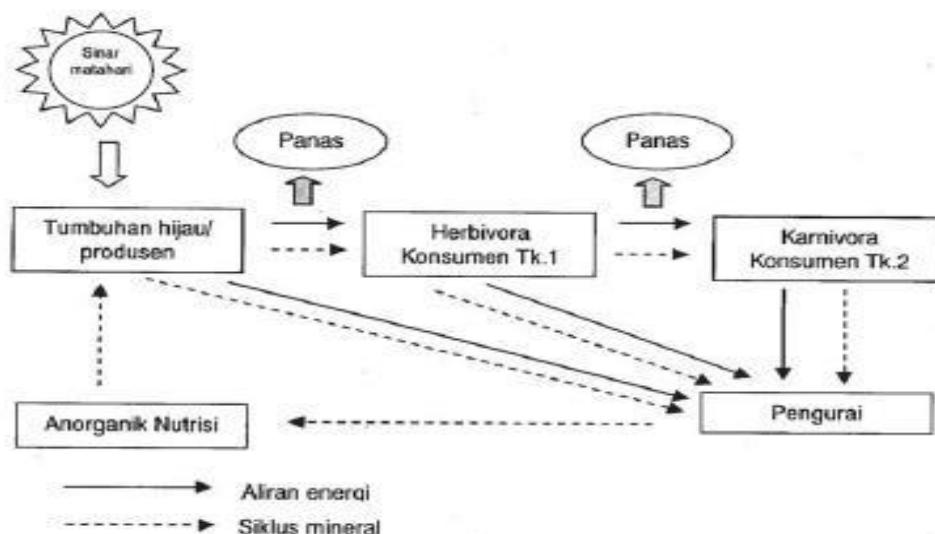


Piramida jumlah memberi pengertian bahwa makin rendah tingkatan tropiknya makin besar jumlah individunya, sedangkan makintinggi tingkatan tropiknya makin sedikit jumlah individunya.

Selanjutnya **piramida biomassa** memberi pengertian bahwa makin rendah tingkatan tropiknya makin besar biomassanya, meskipun jumlah individu mungkin sedikit. *Biomassa* adalah bobot kering makhluk-hidup-persatuan-luas-ekosistem.

Arus-energi

Merupakan perpindahan energi dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Yaitu dari sinar matahari lalu produsen, ke konsumen tingkat I, ke konsumen tingkat II sampai pengurai. Sedangkan mineral membentuk siklus. Energi yang dilepas sangat kecil karena setiap organisme membutuhkan energi dalam memenuhi kebutuhannya.



Gambar 8. Arus energi

Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia adalah peredaran unsur-unsur kimia dari lingkungan melalui komponen biotik dan kembali lagi ke lingkungan. Proses tersebut terjadi secara berulang-ulang dan tak terbatas. Bila suatu organisme mati, maka bahan organik yang terdapat di dalam tubuh organisme tersebut akan dirombak menjadi zat anorganik dan dikembalikan ke lingkungan.



Unsur-unsur kimia yang terdapat di alam dapat berbentuk padat (berupa garam- garam mineral), cair atau gas. Unsur-unsur tersebut dapat disintesis oleh tumbuhan menjadi berbagai senyawa organik, misalnya karbohidrat, protein, lemak, enzim, nukleoprotein, asam deoksiribonukleat (DNA), dan asam ribonukleat (RNA)

Daur biogeokimia dapat dikelompokkan dalam tiga tipe, yaitu daur gas, daur cair, dan daur nitrogen . Daur cair meliputi daur air, sedangkan daur padat (sedimen) meliputi daur fosfor dan belerang.

Siklus nitrogen

Mikroorganisme, jamur dan bakteri secara khusus sangat penting dalam siklus nitrogen (Brock et al., 1994). Nitrogen merupakan konstituen kunci dari protein dan asam nukleat, yang dibentuk dari sejumlah senyawa dengan kondisi oksidasi dari $R-NH_2$ (N organik), NH_3 , N_2 , N_2O , NO , NO^{2-} , NO_2 , dan NO_3^- .

Bakteri berperan dalam dekomposisi protein, peptida, kitin, urea, asam amino, asam nukleat dan lain lain, konversi kimia antara kondisi oksidasi nitrogen termasuk amonium, gas nitrogen, nitrit dan nitrat. Sebagai contoh kitin, polimer komplek, diuraikan bakteri yang memproduksi enzim untuk pembentukan glukosa dan CO_2 .

Proses utama yang terlibat dalam siklus nitrogen adalah nitrifikasi, reduksi nitrat, denitrifikasi, dan fiksasi nitrogen. Di laut siklus nitrogen, konversi spesiasi anorganik dan organik umumnya di mediasi secara biologis (Capone, 2000), transformasi utama dari siklus N di laut termasuk uptake dan penyatuan bentuk organik nitrogen menjadi organik, regenerasi dan pelepasan bentuk anorganik NH_4 dari organik, oksidasi amonium dan nitrit dalam nitrifikasi, reduksi NO_3 atau NO_2 menjadi bentuk gas N_2 dan N_2O dalam denitrifikasi, dan reduksi N_2 menjadi NH_4 .

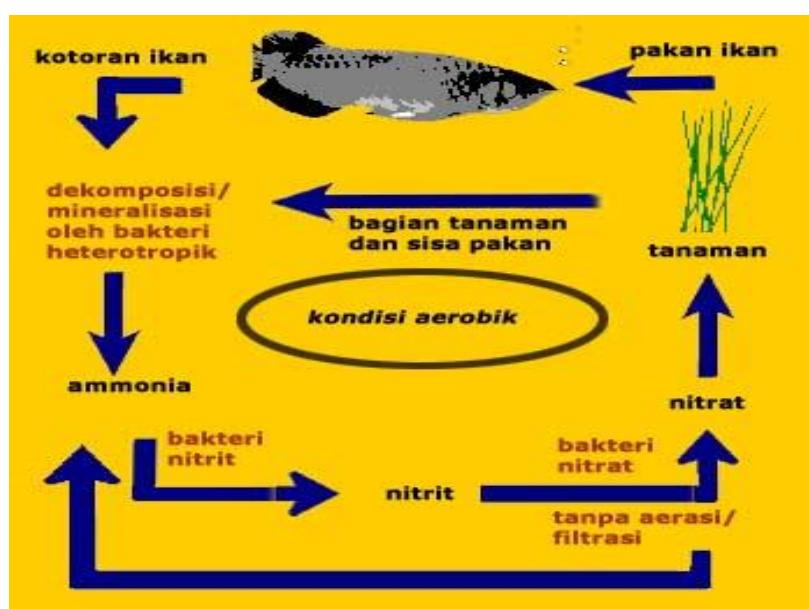
Banyak proses fisik dan biologis mereaksikan peran nitrogen terhadap ketersediannya dan kesuburan relatif perairan (Capone, 2000). Siklus nitrogen di laut sangat dekat dihubungkan dengan atmosfer. Beberapa spesies gas dari nitrogen (N_2 , N_2O , NO , NH_3) dapat berubah di atmosfer.



Banyak bentuk gabungan nitrogen (NO_3 , NH_4^+ dan NO) dapat masuk ke lautan melalui deposisi atmosferik. Sementara karbon tidak menjadi faktor pembatas bagi fotosintesis, trace nutrien seperti Fe diperlukan bagi banyak reaksi dari siklus nitrogen.

Penambahan Fe telah ditunjukkan dalam meningkatkan NO_3 di beberapa wilayah High Nutrient low Chlorophyll (HNLC) seperti ekuatorial pasifik (Paerl dan Zehr, 2000). Bakteri sangat dominan dalam proses transformasi, banyak bakteri aerobik adalah perepirasi nitrat fakultatif dan mengantikan oksigen dengan NO_3 sebagai penerima elektron akhir ketika oksigen tidak ada atau sangat minimum.

Nitro-oksida (NO) produk nitrifikasi dan denitrifikasi adalah gas rumah kaca yang kuat (Naqvi, 2001). Melalui siklus nitrogen, deposisi nitrogen atmosferik akan meningkat dengan pertumbuhan populasi dan pembangunan kawasan pantai. Antisipasi perubahan fisografi daratan melalui pergeseran iklim dan pola penggunaan daratan akan memengaruhi nitrogen, begitu juga dengan siklus karbon di laut (Capone, 2000).



Gambar 9. Siklus Nitrogen Di Laut

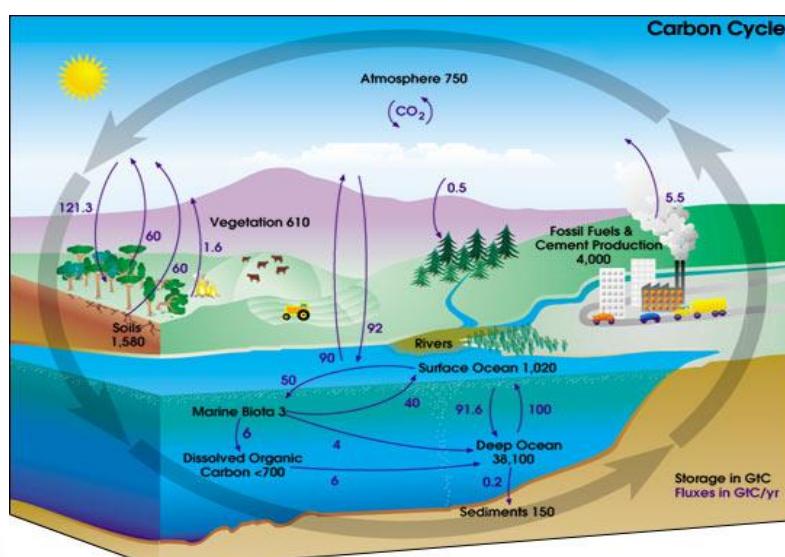


Siklus karbon

Karbon memiliki posisi sebagai komponen kehidupan, aliran energi dan bahkan pengaturan iklim (Carlson et al., 2000). Senyawa karbon kompleks yang stabil seperti protein, karbohidrat, asam nukleid merupakan komponen fundamental pembangun kehidupan. Siklus karbon melalui seluruh reservoir di bumi, litosfer, hidrosfer, atmosfer dan atmosfer sekalipun pada laju yang berbeda (Brock et al., 1994).

Keterlibatan mikroba, khususnya bakteri heterotrofik dalam pembalikan karbon, terletak pada kemampuan mereka untuk mendekomposisi. Sebagai contoh melalui fotosintesis dibentuk senyawa organik berenergi tinggi, secara universal dicirikan dengan CH_2O , didegradasi atau dioksidasi bakteri dan kemoorganotrof (fermentor, anaerob, aerob) menghasilkan methan oleh metanogen atau karbon dioksida oleh kemoorganotrof.

Pada akhirnya methan dioksidasi menjadi CO_2 oleh metanotrof. Oleh karenanya semua karbon akhirnya kembali menjadi CO_2 melalui metabolisme autotrof siklus karbon kembali dimulai. Karbon diserap lautan dari atmosfer dalam bentuk gas terlarut CO_2 dan alga (fitoplankton) turut serta dengan melakukan fotosintesis di permukaan air dimana tersedia cahaya. Pada basis global, fitoplankter laut berada di zona eufotik 50 – 150 m di atas kolom air bertanggung jawab lebih dari sepertiga produksi fotosintesis kotor.



Gambar 10. Siklus Karbon di Laut



Porsi terbanyak dari fotosintesis dibentuknya senyawa karbon termasuk partikulat, detritus dan DOC yang digunakan oleh heterotrof sebagai sumber energi dan diremineralisasi menjadi CO₂ melalui respirasi. Selanjutnya nutrien lain seperti nitrat, silikat, fosfat tidak akan hilang dari zona eufotik, laju remineralisasi akan sangat cepat, dan bakteri heterotrof merupakan peremineral paling efektif (Sarma et al., 2003).

Karbon organik melalui jaring makanan, bagi fitoplankton, bakteri, dan organisme kecil lainnya akan dikonsumsi oleh herbivora, omnivora, atau bahkan oleh predator. Tidak semua persentase yang signifikan dari karbon dibuang dalam sisa organisme yang tenggelam ke dasar menjadi terkubur dalam sedimen dan kombinasi temperatur, salinitas dan tekanan akan mentransformasi menjadi hidrokarbon.

Hidrokarbon ini kemudian dikembangkan menjadi bahan bakar fosil dan diekstrak sebagai minyak, gas untuk menggerakkan perekonomian dunia. Pembakaran bahan bakar fosil melepaskan CO₂ dalam jumlah besar ke atmosfer, yang akan terakumulasi dan dapat disatukan dalam meteorial tanaman atau diabsorbsi kembali ke laut.

Daur Air

Daur Air berbeda dengan daur biogeokimia lain karena sebagian besar aliran air terjadi bukan melalui proses kimia, melainkan proses fisik. Air mempertahankan bentuknya sebagai H₂O, kecuali terjadi perubahan kimia dalam proses fotosintesis. Sumber air di alam, yaitu lautan, danau, rawa, waduk, dan sungai. Di dalam tubuh makhluk hidup, air berperan sebagai pelarut, berfungsi mentransfer zat makanan dan zat sisa metabolisme, mengatur tekanan osmotiksel, mengatur suhu tubuh, dan media berbagai reaksi kimia di dalam tubuh.

Saat terkena cahaya matahari, seluruh permukaan bumi yang mengandung air akan mengalami penguapan (evaporasi), sementara makluk hidup mengalami transpirasi (kehilangan air melalui penguapan atau evaporasi).



Uap air akan naik ke lapisan atmosfer membentuk awan. Awan kemudian berpindah karena perbedaan suhu udara atau terbawa oleh angin. Saat terpapar udara dingin, awan akan mengalami kondensasi menjadi tetes-tetes air dan akan jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk hujan (presipitasi).

Air hujan akan masuk ke dalam tanah secara vertikal melalui infiltrasi. Infiltrasi air hujan pada daerah yang bervegetasi (tumbuh-tumbuhan) lebih besar bila dibandingkan dengan daerah yang tidak bervegetasi, karena vegetasi menghasilkan serasah (tumpukan dedaunan kering) yang dapat meningkatkan porositas tanah.

Setelah terjadi infiltrasi, air akan terus bergerak ke bawah karena pengaruh gravitasi bumi, disebut peristiwa perlokasi. Sebagian air tanah diserap oleh tumbuhan untuk fotosintesis. Air tanah dalam bentuk mata air, sumur, danau, dan sungai, dimanfaatkan oleh hewan dan manusia untuk menunjang kehidupan. Air sungai akan mengalir ke tempat yang lebih rendah, dan akhirnya menuju ke laut.

Di lautan, laju evaporasinya lebih tinggi dari pada presipitasi. Sebaliknya di daratan, laju presipitasi lebih tinggi daripada evaporasi dan transpirasi. Berikut gambar daur air (hidrologi).



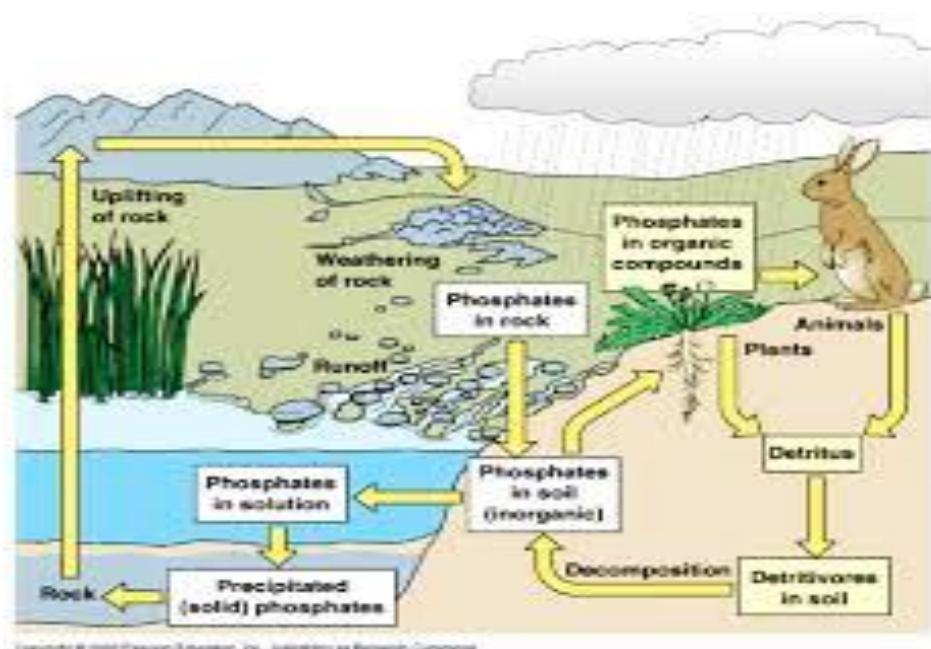
Gambar 11. Daur air



Daur Fosfor

Fosfor di alam berasal dari pelapukan batuan mineral (batuan fosfat) dan penguraian bahan organik (misalnya kotoran ternak atau hewan laut) oleh dekomposer. Fosfor diserap oleh tumbuhan dalam bentuk fosfat organik (H_2PO_4 , HPO_4 , dan PO_4). Meskipun jumlah fosfor di alam sangat banyak, tetapi perediaanya untuk tumbuhan sangat terbatas karena sebagian besar terikat secara kimia oleh unsur lain dan sukar larut di dalam air. Itulah alasan para petani memberikan pupuk fosfat untuk tanaman pertaniannya. Pupuk fosfat di buat dari bahan baku berupa batu-batuan fosfat yang tersedia di alam.

Fosfor dalam tubuh makluk hidup berfungsi untuk menyimpan dan memindahkan energi (dalam bentuk ATP), membentuk asam nukleat, dan membantu proses respirasi maupun asimilasi. Melalui rantai makanan, fosfor dari tumbuhan masuk ke dalam tubuh hewan. Bila tumbuhan dan hewan mati, maka fosfat organik dari tubuh organisme tersebut akan diurai oleh dekomposer menjadi fosfat anorganik. Fosfat anorganik yang terlarut dalam air dapat mengalami pengendapan (sedimentasi) di laut sebagai batu karang atau fosil. Batu karang maupun fosil dapat terkikis kembali membentuk fosfat anorganik yang terlarut dalam air atau diambil melalui kegiatan penambangan. Berikut gambar daur fosfor.



Gambar 12. Daur fosfor



Daur Belerang (Sulfur)

Belerang (sulfur) terdapat di atmosfer dalam bentuk sulfur dioksida (SO_2). Yang berasal dari aktivitas vulkanis (misalnya gunung berapi), pembakaran bahan bakar fosil, asap kendaraan bermotor, dan asap pabrik. Belerang juga terdapat dalam bentuk hidrogensulfida (H_2S) yang dilepas dari proses pembusukan bahan organik di dalam tanah dan air yang dilakukan oleh bakteri dan jamur pengurai. Organisme pengurai yang merombak bahan organik (protein) dan melepaskan H_2S antara lain jamur *Aspergillus* dan *Neurospora* serta bakteri *Escherichia*. H_2S selanjutnya mengalami oksidasi di atmosfer membentuk Sulfat (SO_4^{2-}). Gas sulfat bersama-sama dengan presipitasi (curah hujan) masuk ke dalam tanah. Bila kandungan gas sulfat di udara terlalu tinggi, maka presipitasi yang dihasilkan akan sangat asam, yang dikenal dengan hujan asam. H_2S di dalam tanah juga dapat mengalami oksidasi dan menghasilkan elemen sulfur (S). Sulfur kemudian teroksidasi menjadi sulfat oleh bakteri *Thiobacillus denitrificans* dan *Thiobacillus thioxidans*. Sulfat di dalam tanah dapat tereduksi kembali menjadi H_2S oleh bakteri *Thiobacillus thioparus*. Belerang di dalam tanah terdapat dalam bentuk sulfat, sulfida dan belerang anorganik. Akan tetapi, tumbuhan menyerap belerang dalam bentuk anion sulfat (SO_4^{2-}) dari dalam tanah.

Berikut gambar Daur sulfur



Gambar 13. Daur sulfur



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup, peserta diklat mengamati slide, gambar tentang hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup. Kemudian dilakukan tanya jawab tentang hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup
2. Peserta diklat diminta mengamati di lingkungan belajar / di luar kelas/ taman/ lapangan/ kebun hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup. Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/ menggambar hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup di sekitar lingkungan diklat
3. peserta diklat melakukan praktikum, mengidentifikasi hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup di lingkungan diklat, dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- a. Judul : Mengidentifikasi saling ketergantungan antar makhluk hidup
- b. Tujuan: Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu mengidentifikasi saling ketergantungan antar makhluk hidup
- c. Alat / bahan:
 - Taman/ ladang/ kolam / sungai/ pantai/ sawah
 - ATK
 - Loupe
- d. Cara Kerja:
 - Datanglah ke taman/ ladang/ sawah/ kolam / pantai
 - Amatilah hewan/ tumbuhan/ mikroorganisme yang ada
 - Amatilah komponen biotiknya, produsen dan konsumenya di ekosistem tersebut
 - Catatlah jenis ketergantungan antara komponen biotik yang menyusunnya
 - Buatlah laporan dan gambarkan interaksi yang terjadi dalam ekosistem tersebut



4. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang mengidentifikasi hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup, dan dikumpulkan kepada fasilitator
5. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang mengidentifikasi hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup, di sekitar lingkungan diklat
6. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang mengidentifikasi hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup, di sekitar lingkungan diklat
7. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
8. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari, tentang hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup, di sekitar lingkungan diklat dan menyampaikan materi yang belum jelas
9. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan, fasilitator memberikan tugas dan latihan/tes kepada peserta diklat
10. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Setelah melakukan proses pembelajaran materi hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup, selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Interaksi antara burung jalak dengan kerbau di suatu ekosistem ladang merupakan
 - a. Komensalisme
 - b. Mutualisme
 - c. Parasitisme
 - d. Netralisme
 - e. Kompetisi



2. Interaksi antarspesies yang merupakan amensalisme adalah....
 - a. Ikan hiu dengan ikan remora
 - b. Anggrek di suatu pohon
 - c. Alga *Scenedesmus* dengan suatu bakteri
 - d. Ular dengan tikus
 - e. *Escherichia coli* di usus besar manusia
3. Manusia memperoleh nitrogen yang berasal dari....
 - a. Udara
 - b. Tanah
 - c. Air
 - d. Karbohidrat
 - e. Protein
4. Tumpukan kotoran burung merupakan sumber....
 - a. Nitrogen
 - b. Sulfur
 - c. Fosfor
 - d. Oksigen
 - e. Karbon
5. Organisme yang membutuhkan karbon dalam bentuk CO_2 adalah....
 - a. Produsen melalui respirasi
 - b. Produsen melalui fotosintesis
 - c. Konsumen melalui metabolisme
 - d. Bakteri penguraian bahan organik
 - e. Parasit melalui tubuh inang
6. Tumbuhan menyerap sulfur dalam bentuk....
 - a. H_2S
 - b. SO_2
 - c. S
 - d. SO_4
 - e. SO_4^{2-}



7. Jumlah energi terkecil pada piramida energi terdapat pada tingkat...
 - a. Produsen
 - b. Konsumen I
 - c. Konsumen II
 - d. Konsumen III
 - e. Konsumen IV

8. Bakteri *Nitrosomonas* bermanfaat dalam proses penyuburan tanah karena dapat
 - a. Mengubah amonia menjadi nitrit
 - b. Mengubah nitrit menjadi nitrat
 - c. Mengubah nitrat menjadi nitrit
 - d. Mengikat nitrogen bebas di udara
 - e. Mengubah nitrat menjadi nitrogen bebas di udara

F. Rangkuman

Setiap makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya. Lingkungan adalah segala sesuatu yang terdapat di sekeliling makhluk hidup, berupa unsur-unsur biotik dan abiotik yang saling mempengaruhi makhluk hidup tersebut. Unit-unit lingkup ekologi tersebut secara hirarki dimulai dari individu, populasi, komunitas, ekosistem dan bioma yang ditunjukkan dalam spektrum biologi.

Pendekatan ekologi adalah memahami faktor-faktor dan proses-proses penting yang melandasi keberadaan dan kelimpahan jenis ditempat hidupnya. Makhluk hidup meluangkan waktu untuk berkompetisi dalam memperoleh makanan, tempat berlindung, dan pasangan kawin.

Dalam lingkungan biotik terdapat interaksi antara individu sejenis maupun antarajenis yang berbeda, terdiri atas kompetisi, dan simbiosis. Kompetisi terbagi atas: kompetisi intraspesifik (kompetisi antaranggota satu spesies), dan kompetisi interspesifik (kompetisi-antar-anggota-yang-berbeda-spesies).



Simbiosis terdiri dari amensalisme, protokooperasi, mutualisme, komensalisme, parasitisme, dan predasi. Antara komponen pembentuk ekosistem terdapat hubungan saling ketergantungan, sehingga perubahan pada komponen yang satu akan menyebabkan perubahan pada komponen yang lain.

Peristiwa makan dan dimakan yang melukiskan suatu rantai makanan atau jaring-jaring makanan. Peristiwa rantai makanan menyebabkan terjadinya piramida energi, piramida jumlah, piramida biomassa dan aliran materi yang berupa siklus atau daur materi dalam ekosistem.

Siklus materi yang terjadi di biosfer disebut siklus biogeokimia artinya suatu siklus dari bahan kimia, dari bagian abiotik dalam ekosistem ke komponen biotik, kemudian diuraikan lagi menjadi mineral. Habitat adalah tempat hidup asli (di dalam alam) suatu makhluk hidup. *Niche* dapat bermakna ganda. Pertama, lingkungan kecil (*microenvironment*) yang khusus bagi suatu jenis makhluk hidup. Kedua, peranan suatu makhluk hidup dalam komunitas, misalnya sebagai produsen, konsumen atau pengurai.



G. Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat mengidentifikasi hakekat ekologi dalam ekosistem		
2	Dapat mengidentifikasi interaksi antar komponen dalam ekosistem		
3	Dapat memahami rantai makanan dalam ekosistem		
4	Dapat memberikan contoh jaring- jaring makanan dalam ekosistem tertentu		
5	Dapat menganalisis jaring – jaring kehidupan dalam ekosistem		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul/pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut.



Kegiatan Pembelajaran 3.

Proses-proses Terjadinya Perubahan Lingkungan

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan pembelajaran ini :

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan, faktor-faktor penyebab, dan pencemaran ekosistem dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menganalisis proses terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan dengan benar
2. Peserta diklat mampu menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan perubahan keseimbangan ekosistem pada lingkungan
3. Peserta diklat mampu menganalisis pencemaran ekosistem pada lingkungan dengan benar

C. Uraian Materi

Perubahan Keseimbangan Lingkungan

Mahkluk hidup dan lingkungannya tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lain, keduanya memiliki hubungan timbal balik. Hubungan timbal balik antara komponen biotik dengan lingkungannya dipelajari secara khusus dalam ekologi. Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernest Haeckel (1834-1914) untuk mengkaji hubungan antara organisme dengan lingkungannya berada. Kehidupan yang ada di muka bumi ini sebenarnya merupakan satu sistem ekologis.

Sebagai suatu sistem, semua komponen penyusunnya seperti manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan akan saling memengaruhi komponen yang lainnya.



Yang dimaksud sistem ekologis adalah berfungsinya perpindahan energi dan daur biogeokimia pada suatu ekosistem. Berpindahnya energi disertai dengan perpindahan zat dari air, tanah, dan udara ke organisme, lalu kembali ke air, tanah dan udara lagi. Lingkungan yang dapat menjamin kelangsungan sistem ekologi tersebut dinamakan lingkungan yang seimbang. Keseimbangan lingkungan yang dimaksud dapat terjadi jika faktor biotik dalam rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan berada dalam komposisi seimbang. Kondisi lingkungan semacam itu yang akan menjamin terbentuknya ekosistem yang sehat.

Keseimbangan ekosistem tidaklah statis, artinya komponen penyusun ekosistem dapat mengalami kenaikan maupun penurunan jumlah populasi, namun dalam komposisi yang proporsional. Ekosistem seimbang didukung oleh banyak alternatif lintasan yang dapat dilalui zat untuk terjadinya daur materi dan perpindahan energi. Semakin banyak variasi jenis tumbuhan, herbivora, karnivora dan mikroba maka semakin banyak lintasan zat. Hal tersebut menyebabkan ekosistem tersebut semakin mantap keseimbangannya. Jika satu jenis tumbuhan berkurang, masih tersedia jenis tumbuhan lain sebagai produsen yang menjadi sumber makanan bagi herbivora. Demikian pula, bila hewan herbivora tertentu jumlahnya berkurang masih ada jenis herbivora lainnya yang dapat dimakan oleh hewan karnivora. Seterusnya, bila ada jenis karnivora tertentu yang punah masih ada karnivora lain yang meneruskan perpindahan energi dan zat dalam komunitas tersebut.

Sebaliknya, bila komunitas hanya beberapa jenis organisme yang terbatas akan menjadi kurang stabil. Bila ada satu atau dua jenis organisme mengalami kepunahan tidak akan ada alternatif jalur yang dapat dilalui oleh zat dan energi, sehingga bila ada perubahan lingkungan maka akan ada yang mengalami kepunahan atau bahkan ada pertumbuhan populasi (booming populasi) yang tidak seimbang. Keseimbangan lingkungan akan stabil dan akan tetap terjaga apabila jumlah individu produsen lebih besar daripada jumlah konsumen I, demikian juga jumlah konsumen I harus lebih besar dari jumlah konsumen II, dan seterusnya jumlah konsumen II harus lebih besar dari jumlah konsumen III.



Apabila faktor biotik dan abiotik mangalami perubahan maka keseimbangan lingkungan menjadi terganggu, misalnya akibat penggundulan hutan, bencana alam adan perburuan liar.

Kemampuan lingkungan untuk memperbaiki kembali komponen yang berkurang dikenal dengan istilah kelentingan lingkungan. Kondisi lingkungan yang dapat memberikan kehidupan bagi organisme yang menempatinya disebut daya dukung lingkungan. Pada ekosistem yang seimbang semua populasi secara alamiah dibatasi oleh populasi organisme lain, sehingga tidak-adapopulasi yang tumbuh tanpa batas dan mendominasi yang lain. Setiap populasi pada ekosistem yang seimbang memiliki kondisi maksimum dan minimum yang selalu berkaitan dengan populasi lainnya.

1. Faktor-Faktor Penyebab Gangguan Keseimbangan Lingkungan

Keseimbangan lingkungan dapat terwujud apabila adanya keselarasan antara faktor biotik dan abiotik. Jika terjadi gangguan pada faktor biotik maupun abiotik maka keseimbangan lingkungan dapat terganggu.

Banjir umumnya disebabkan manusia yang senantiasa membuka lahan baru dalam memenuhi kebutuhan hidupnya baik untuk permukiman maupun sebagai lahan pertanian, atau lahan pabrik. Hal ini disebabkan pula oleh jumlah penduduk yang terus bertambah, sdangkan lahan yang ada sebagai wadah aktivitas tetap jumlahnya. Fenomena lain yang tak kalah mengherankan, di lereng gunung banyak berdiri bungalo yang praktis menyebabkan daya dukung lahan sebagai penahan air di lereng gunung hilang, ditambah dengan membuka lahan baru yang menyebabkan banyak tanaman yang hilang. Jika air hujan datang tanpa didukung oleh tanaman sebagai penyeimbang lingkungan, Apa akibatnya? Apakah akan terulang kejadian-kejadian longsor, banjir bandang, dan fenomena kerusakan alam lainnya? Dengan berbagai gambaran di atas, banjir ataupun bencana alam lainnya terjadi sebagai akibat dari terganggunya keseimbangan alam. Gangguan keseimbangan alam dapat dibedakan menjadi dua.



a. Faktor alami

Faktor alami yang menyebabkan perubahan keseimbangan komponen biotik dan abiotik, diantaranya letusan gunung berapi, banjir, tanah longsor, rusaknya pantai, hilangnya terumbu karang dan tumbuhan alga, kebakaran hutan, badai, bahkan tsunami dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan, yang menunjukkan bahwa keseimbangan lingkungan sudah terganggu.

b. Faktor manusia

Dibanding komponen biotik lainnya, manusia merupakan komponen biotik yang mempunyai pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi ini. Dengan kemampuannya untuk mengembangkan ilmu dan teknologi, manusia mempunyai pengaruh yang sangat besar baik pengaruh yang memusnahkan ekosistem maupun yang meningkatkan ekosistem. Dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya manusia mampu mengubah lingkungan sesuai dengan yang diinginkan, misalnya dengan cara mengeksplorasi sumber daya alam (SDA) tanpa memikirkan dampaknya.

Pembabatan dan pembakaran hutan menyebabkan dampak yang sangat luas yang berakibat hilangnya humus tanah, ketandusan tanah, berkurangnya sumber air, dan rusaknya tatanan ekosistem. Rusaknya tatanan ekosistem akan berakibat migrasi hewan-hewan buas dari hutan ke desa-desa untuk memangsa hewan ternak bahkan manusia. Gajah, babi hutan, dan hewan herbivora lainnya tidak akan dapat mempertahankan hidup di hutan yang rusak hewan-hewan tersebut bermigrasi ke perkampungan penduduk dengan merusak tanaman budidaya manusia. Contoh lainnya dari aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan keseimbangan lingkungan adalah pencemaran sampah organik, penebangan hutan, penggunaan pestisida berlebihan, pembangunan permukiman, dan limbah industry.



2. Pencemaran Lingkungan

Buatlah kelompok dengan anggota minimal 4 orang.

- a. Carilah 5 artikel dari berbagai sumber tentang aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan lingkungan!
- b. Diskusikan dengan anggota kelompokmu, kemudian tentukan:
 - 1) Tindakan apa yang perlu dilakukan bila menjumpai hal itu?
 - 2) Identifikasikan manfaat mempelajari dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan!

Coba berikan contoh lain mengenai terganggunya keseimbangan lingkungan karena aktifitas manusia? Berdasarkan penjelasan sebelumnya peningkatan eksploitasi terhadap sumber daya alam (SDA) akan menyebabkan peningkatan kerusakan ekosistem, sebagai contoh timbulnya zat sampah yang mengakibatkan terjadinya pencemaran. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran adalah:

- a. pertambahan penduduk yang tak terkendali (over population);
- b. pesatnya perkembangan dan penyebaran teknologi;
- c. adanya polutan dalam jumlah besar dan alam tidak bisa lagi menetralisir.

Kapan suatu zat dapat dikatakan sebagai polutan? Apabila:

- a. kadarnya melebihi batas kadar normal atau ambang batas;
- b. berada pada waktu yang tidak tepat;
- c. berada pada tempat yang tidak semestinya

Bagaimana sifat-sifat polutan?

- a. Merusak untuk sementara dan setelah bereaksi dengan lingkungan, zatnya tidak merusak lagi.
- b. Merusak setelah jangka waktu tertentu, misalnya DDT dan Pb.

Dalam kadar yang rendah, DDT dan Pb tidak mematikan manusia. Namun, apabila zat ini tertimbun dalam lemak dengan jumlah yang melebihi batas normal akan menimbulkan kerusakan jaringan. Pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis.



a. Pencemaran air dan tanah

Pencemaran air terjadi karena masuknya zat-zat yang mengakibatkan kualitas air terganggu. Hal ini dapat terjadi pada sumber mata air, sungai, waduk, dan air laut. Pencemaran tanah terjadi akibat masuknya zat atau komponen lain ke dalam areal tanah. Menurut jenisnya bahan pencemar air dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1) Pencemaran biologi

Pencemar biologi dalam perairan antara lain:

- a) *Escherichia coli*
- b) *Entamoeba coli*
- c) *Salmonella typhi*
- d) Tumbuhan Pengganggu (Gulma)
- e) Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)
- f) Tumbuhan Paku Sampan (*Salvinia natans*)

2) Pencemaran kimia

Pencemar kimia dalam perairan antara lain sebagai berikut.

- a) Zat-zat-kimia

Misalnya pestisida, limbah industri, buatan, dan deterjen yang kesemuanya dapat berakibat buruk terhadap pertumbuhan organisme di perairan.

- b) Limbah-industri

Yang berupa zat-zat radioaktif dan logam-logam berat, seperti Cu, Hg (air raksa/merkuri), Pb (timah hitam), seng (Zn), Arsen (As), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni).

Zat-zat tersebut di atas dapat mengganggu organisme yang hidup di air melalui rantai makanan, zat tersebut akan berpindah dari organisme satu ke organisme lain yang pada akhirnya zat tersebut akan terakumulasi pada konsumen yang menduduki piramida makanan paling atas. Pada dosis tertentu akan berubah menjadi racun.



c) Penggunaan-pestisida-DDT

Pengendalian hama yang menggunakan insektisida berupa DDT (Dikloro Difenil Trichlorothan) oleh para petani secara berlebihan akan mengakibatkan terjadinya pencemaran air dan tanah mengingat zat ini mempunyai-sifat-sebagai-berikut.

- Bila masuk ke dalam tubuh organisme, tidak dapat diuraikan (nonbiodegradabel) sehingga akan tertumpuk dalam air atau tanah.
- Larut dalam lemak dan dapat berpindah ke organisme lain melalui aliran materi dalam rantai makanan, hal ini memungkinkan DDT dapat tertumpuk dalam tubuh manusia sehingga berakibat rusaknya jaringan yang menimbulkan-kelelahan-dan-kejang-kejang-otot.

3) Sampah-organik

Berbagai sampah organik yang dibuang ke sungai, kolam, atau parit akan mengalami pembusukan oleh bakteri pembusuk yang banyak memerlukan Oksigen (O₂). Hal ini menyebabkan kadar Oksigen (O₂) air berkurang, menyebabkan plankton, hewan-hewan kecil, maupun hewan besar tidak dapat-hidup-lagi.

4) Terjadinya-eutrofikasi

Disebabkan karena terjadinya pembusukan yang berlebihan di perairan karena penimbunan senyawa nitrat (NO₃). Ditambah belum lagi penimbunan sisa-sisa pupuk yang lainnya di daerah pertanian yang akan menyebabkan tumbuh suburnya gulma. Belum dapat menutup permukaan air sehingga cahaya tidak bisa menembus ke pedalaman air sehingga menghambat proses fotosintesis yang diakhiri dengan berkurangnya produksi oksigen (O₂). Berkurangnya oksigen menyebabkan ikan dan hewan lainnya yang hidup di air menjadi berkurang atau terhambat pertumbuhannya.



b. Pencemaran udara

Pencemaran udara disebabkan adanya pembakaran yang tidak sempurna dari minyak bumi, batubara, asap rokok, dan gas-gas lain yang mencemari udara, misalkan gas CO, CO₂, NO, NO₂, SO, SO₂, CH₄, CFC₃. Kadar polutan di udara dinyatakan dengan ppm (part per million), yaitu jumlah cm³ polutan per m³ udara. Polutan yang dimaksud disini dapat berbentuk partikel, cairan, atau gas.

1) CO(Karbon-Monoksida)

Sebagai gas pembunuh, gas ini mempunyai daya ikat terhadap haemoglobin yang jauh lebih tinggi daripada dengan O₂, sehingga mengganggu pengikatan O₂ oleh darah. Bila dalam darah 70-80% Hb mengikat CO dapat mengakibatkan kematian. Contoh-contoh terbentuknya gas-CO, antara-lain.

- a) Menghidupkan mesin mobil di dalam garasi tertutup.
- b) Menghidupkan AC ketika tidur di dalam mobil dengan keadaan kaca yang tertutup.

2) CO₂(Karbon-Dioksida)

CO₂ bersama mikroorganisme, debu, dan titik-titik air akan berkondensasi membentuk awan. Awan mempunyai sifat dapat ditembus oleh energi panas, sehingga suhu udara yang berada di permukaan bumi akan meningkat. Kadar CO₂ 0,033% yang ada di udara akan dimanfaatkan oleh tumbuhan hijau untuk fotosintesis, tetapi bila kadar tersebut berlebih maka akan merusak tumbuhan dan hewan.

3) GasNO,NO₂,SO,danSO₂

Gas-gas tersebut dapat menimbulkan gangguan pada sistem saluran pernapasan, sedangkan NO₃ apabila masuk ke ekosistem tanah dan air akan menyebabkan eutrofikasi. Gas-gas tersebut juga dapat berkondensasi dengan partikel-partikel lain beserta titik-titik air sehingga terbentuklah zat asam, dan bila turun bersama air hujan terjadilah Hujan Asam.



4) CFC(Chlorofluorocarbon)

CFC terdapat pada gas pendingin AC, kulkas, dispenser, dan kosmetik. Gas CFC merupakan gas yang sukar terurai, dan bila masuk ke dalam atmosfer akan mampu mengikat lapisan ozon. Hal inilah yang dikhawatirkan umat manusia sedunia, mengapa demikian? Hal ini disebabkan lapisan ozon merupakan selimut bumi yang berfungsi mencegah radiasi sinar ultraviolet ke bumi. Bila kadar CFC terlalu tinggi, lapisan ozon dapat semakin tipis bahkan berlubang, hal seperti ini yang akan membahayakan bumi.

c. Pencemaran suara

Pencemaran suara disebabkan oleh suara bising yang berlangsung secara terus menerus. Satuan kekuatan suara dikenal dengan satuan desibel (dB). Dibawah ini dijelaskan gambaran mengenai polusi udara, antara lain.

- 1) Percakapan normal : 40 dB
- 2) Keributan : 80 dB
- 3) Suara kereta api : 95 dB
- 4) Pesawat jet lepas landas : 150 dB

Suara yang timbul apabila melebihi kadar dapat mengganggu pendengaran dan memengaruhi sistem metabolisme antara lain: perubahan tekanan darah, gangguan jantung, perubahan denyut nadi, stress, dan kontraksi perut.

d. Pencemaran benda-benda radioaktif

Penyebabnya adalah benda-benda radioaktif, debu radioaktif yang berasal dari ion nuklir serta reaktor-reaktor atom. Bahaya yang ditimbulkan, yaitu radioaktif sinar alfa (α), sinar beta (β), sinar gamma (γ). Efek yang ditimbulkan zat radioaktif adalah terjadinya perubahan struktur zat serta pola reaksi kimianya yang dapat merusak sel tubuh. Bila hal ini terjadi pada gen akan menyebabkan terjadinya mutasi gen dan dapat juga menyebabkan kanker.



e. Pencemaran sosial-budaya

Tidak terfilternya kebudayaan asing yang masuk ke dalam suatu daerah akan menyebabkan tergesernya nilai budaya suatu daerah tanpa disadari, apalagi dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta budaya.

2. Hidup Selaras dengan Lingkungan

Kehidupan manusia di muka bumi ini tidak terlepas dari peran serta lingkungan. Sebagaimana manusia merupakan bagian dari lingkungan, bersama-sama dengan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang telah menjadi satu mata rantai yang tidak akan terpisah. Untuk itulah, manusia harus memanfaatkan sumber daya alam secara tepat, agar lingkungan tetap lestari. Pengelolaan lingkungan hidup merupakan pengelolaan terpadu dalam pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian, pemuliaan, dan pengembangan lingkungan hidup. Agar tujuan tersebut dapat tercapai perlu dilakukan hal-hal sebagai-berikut.

- a. Mencapai kelestarian hubungan manusia dengan lingkungan hidup sebagai tujuan-pembangunan-manusia-seutuhnya.
- b. Mengendalikan pemanfaatan sumber daya secara bijaksana agar seluruh sumber daya alam digunakan oleh kepentingan orang banyak seproduktif mungkin dan menekan pemborosan seminimal mungkin.
- c. Mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup, oleh sebab itu pengembangan sumber daya alam senantiasa harus disertai dengan usaha memelihara-kelestarian-tata-lingkungan.
- d. Melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi-sekarang-dan-mendatang.
- e. Pemerintah melalui Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 1986 mengenai Analisis Dampak Lingkungan diantaranya, memberikan kewajiban kepada para pengelola dan pemilik pabrik untuk menyelenggarakan sebuah studi kelayakan teknis dan ekonomis serta analisis dampak lingkungan yang dapat dipertanggungjawabkan.
- f. Melindungi negara terhadap dampak kegiatan di luar wilayah negara yang menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan.



Dengan menerapkan pengelolaan lingkungan hidup akan terwujud kedinamisan dan keharmonisan antara manusia dengan lingkungannya. Untuk mencegah dan menghindari tindakan manusia yang semena-mena (eksploitasi) maka diterapkan kebijakan melalui undang-undang lingkungan hidup.

Di Indonesia hal ini dapat dikaji dalam pengelolaan lingkungan hidup dimana dikatakan bahwa dengan diberlakukannya UU No. 4 Th. 1982 yang disempurnakan dan diganti dengan UU No. 23 Th. 1997, masalah lingkungan hidup telah menjadi faktor penentu dalam proses pengambilan keputusan pemanfaatan dan pengolahan SDA. Pembangunan tidak lagi menempatkan SDA sebagai modal, tetapi sebagai satu kesatuan ekosistem yang di dalamnya berisi manusia, lingkungan alam dan/atau lingkungan buatan yang membentuk kesatuan fungsional, saling terkait, dan saling tergantung dalam keteraturan yang bersifat spesifik, berbeda dari satu tipe ekosistem ke tipe ekosistem yang lain. Oleh sebab itu, pengelolaan lingkungan hidup bersifat spesifik, terpadu, holistik dan berdimensi ruang.

Berdasarkan UU No. 23 Th. 1997 lingkungan hidup diartikan sebagai kesatuan ruang dengan kesemua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang memengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Pengelolaan lingkungan hidup didefinisikan sebagai upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup. Pada Bab II pasal 4 UU No. 23 Th. 1997 dikemukakan bahwa sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah sebagai berikut.

- a. Tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dan lingkungan hidup.
- b. Terwujudnya manusia Indonesia sebagai insan lingkungan hidup yang mempunyai sikap dan tindak untuk melindungi serta membina lingkungan hidup.
- c. Terjaminnya kepentingan generasi masa kini dan generasi masa mendatang.
- d. Tercapainya kelestarian fungsi lingkungan hidup.



- e. Terkendalinya pemanfaatan sumber daya secara bijaksana.
- f. Terlindunginya Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) dari dampak usaha dan/atau kegiatan di luar wilayah negara yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup.

Dari sasaran-sasaran pengelolaan lingkungan hidup di atas, terlihat bahwa kelestarian fungsi lingkungan hidup merupakan sasaran utama yang dapat diukur. Menurut bab V UU No. 23 Th. 1997 tentang pelestarian fungsi lingkungan hidup, dinyatakan bahwa kelestarian fungsi lingkungan hidup dapat diukur dengan dua parameter utama, yaitu Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Dua parameter ini menjadi ukuran/indikator untuk rencana usaha dan/atau kegiatan yang dapat menimbulkan dampak besar dan penting bagi lingkungan hidup. PP 27 Th. 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) pasal 3 menyebutkan bahwa usaha dan/atau kegiatan yang kemungkinan dapat menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup meliputi hal-hal-sebagai-berikut.

- a. Pengubahan-bentuk-lahan-dan-bentang-alam.
- b. Eksplorasi sumber daya alam baik yang terbaharui maupun yang tidak terbaharui.
- c. Proses dan kajian yang secara potensial dapat menimbulkan pemborosan, pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup, serta kemerosotan sumber daya-alam-dalam-pemanfaatannya
- d. Proses dan kegiatan yang hasilnya dapat memengaruhi lingkungan alam, lingkungan buatan, serta lingkungan sumberdaya.
- e. Proses dan kegiatan yang hasilnya akan memengaruhi pelestarian kawasan konservasi sumber daya alam dan/ataupelindungan cagar budaya.
- f. Introduksi jenis tumbuh-tumbuhan, jenis hewan dan jasad renik.
- g. Pembuatan dan penggunaan bahan hayati dan non-hayati.
- h. Penerapan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar untuk memengaruhi-lingkungan-hidup.
- i. Kegiatan yang mempunyai resiko tinggi dan dapat memengaruhi pertahanan negara



Dampak Over Eksplorasi Ekosistem Air Tawar

Kegiatan manusia dan bencana alam dapat menyebabkan perubahan suatu ekosistem. Bencana alam seperti letusan gunung berapi dan gempa bumi merupakan sesuatu yang berada diluar kendali manusia. Namun kegiatan manusia, seperti tindakan pencemaran dan eksplorasi yang berlebihan terhadap sumber daya alam, secara langsung atau tidak langsung akan mengakibatkan terjadinya perubahan ekosistem. Perusakan terhadap terhadap habitat suatu komunitas akan secara langsung mengubah ekosistem pada habitat tersebut.

Sebagai contoh, eksplorasi ikan di danau atau di sungai dengan menggunakan bahan peledak, arus listrik atau bahan beracun berakibat rusaknya habitat komunitas di danau / sungai dan selanjutnya menyebabkan terjadinya perubahan ekosistem dan penurunan keanekaragaman hayati. Pada ekosistem air tawar terdapat faktor-faktor pembatas yang memungkinkan mekanisme yang berlangsung dalam ekosistem berjalan secara mantap.

Faktor-faktor pembatas tersebut berkaitan dengan kondisi habitat air tawar (lingkungan aquatik), yaitu: Temperatur, Transpirasi, Turbiditas / kekeruhan, Arus Gas terlarut dalam air, Oksigen terlarut (Dissolved Oksigen / DO), Karbondioksida terlarut, Garam biogenic dalam air, Na dan K, Kalsium dan Magnesium, Fosfor, Konveksi air

Dampak over eksplorasi ekosistem air laut

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, energi atau komponen lainnya ke dalam air, dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas air mengalami penurunan sampai ketingkat tertentu yang menyebabkan air kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Berdasarkan sifat-sifat kelompok bahan pencemaran yang dapat menurunkan kualitas air adalah : Padatan , Bahan buangan yang membutuhkan oksigen, Komponen organik sintetik , Minyak / lemak , Senyawa anorganik dan mineral Nutrien tanaman , Mikroorganisme , Bahan radioaktif , Panas.



Sedangkan kualitas perairan laut biasanya dilihat dari beberapa perubahan seperti : Suhu air laut , Salinitas air laut , Arus air laut , Kecerahan air laut, pH. Sedangkan perubahan ekosistem air laut dapat diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain seperti: Pasang surut, Gelombang, Sedimentasi, Erosi, Abrasi, Instrusi Tsunami

Produktivitas ekosistem merupakan keseluruhan sistem yang dinyatakan dengan biomassa atau bioenergi dalam kurun waktu tertentu. Produktivitas eksosistem merupakan parameter pengukuran yang penting dalam penentuan aliran energi total melalui semua tingkattrofik dari suatu ekosistem. Energi matahari memasuki seluruh tingkat trofik dalam suatu ekosistem melalui produsen, tersimpan dalam bentuk senyawa-senyawa organik (hasil fotosintesis). Seluruh senyawa organik yang dikandung dalam produsen dari suatu eksosistem disebut *Produktivitas Primer Kotor (PPK)*. PPK digunakan oleh produsen untuk respirasi (sekitar 35%), sisanya sebagai *Produktivitas Primer Bersih (PPB)*. PPB dari produsen inilah yang digunakan oleh konsumen pertama dan konsumen berikutnya, dengan nilai PPB yang semakin mengecil.

Habitat dan *niche*

Habitat adalah tempat hidup asli (di dalam alam) suatu makhluk hidup. Pengertiannya dapat disamakan dengan tempat tinggal atau alamat suatu makhluk hidup di alam. Sebagai contoh, habitat kecebong adalah air yang tergenang, tidak terlalu keruh dan terdapat tumbuh-tumbuhan air.

Niche atau relung yang berasal dari bahasa Prancis (*Niche*) atau bahasa Latin (*Nidus*) yang berarti sarang. Dalam ekologi, *niche* memiliki dua pengertian yang berbeda.

Pertama:

Niche adalah *lingkungan kecil (micro environment)* yang khusus bagi suatu jenis makhluk hidup yang berbeda dengan makhluk hidup yang lain walaupun keduanya-terdapat-dalam-suatu-ekosistem.

**Kedua:**

Niche adalah peranan suatu makhluk hidup dalam komunitas, misalnya sebagai produsen, konsumen atau pengurai. Dalam pengertian ini, *niche dikenal sebagai jabatan, profesi, pekerjaan, ataupun status fungsional*. Di dalam suatu ekosistem yang stabil, setiap spesies menempati *niche* tersendiri. Kalau dua spesies menempati *niche* yang sama, maka akan terjadi *persaingan* yang sangat besar, karena mereka mempunyai kebutuhan biologi yang sama.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang proses-proses terjadinya perubahan lingkungan, peserta diklat mengamati slide, gambar tentang proses-proses terjadinya perubahan lingkungan,
2. Kemudian dilakukan tanya jawab tentang proses-proses terjadinya perubahan lingkungan,
3. Peserta diklat diminta mengamati di lingkungan belajar/di luar kelas/taman/ lapangan/kebun tentang proses-proses terjadinya perubahan lingkungan, Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/ menggambar proses-proses terjadinya perubahan lingkungan,
4. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik proses – proses terjadinya perubahan lingkungan, dan faktor- faktor yang menyebabkan perubahan ekosistem di sekitar lingkungan diklat
5. Peserta diklat melakukan praktikum, mengidentifikasi proses-proses terjadinya perubahan lingkungan dan faktor-faktor yang menyebabkan perubahan keseimbangan ekosistem di lingkungan diklat, dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- a. Judul : Menganalisis proses –proses terjadinya perubahan lingkungan pada ekosistem
- b. Tujuan: Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu menganalisis proses-proses terjadinya perubahan lingkungan
- c. Alat / bahan:
 - Taman/ ladang/ kolam / sungai/ pantai/ sawah
 - ATK
 - Loupe



- d. Cara Kerja:
- Datanglah ke taman/ ladang/ sawah/ kolam / pantai
 - Amatilah hewan/ tumbuhan/ mikroorganisme yang ada
 - Amatilah komponen biotiknya, produsen dan konsumenya di ekosistem tersebut
 - Catatlah perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem tersebut
 - Buatlah laporan dan gambarkan tentang perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem tersebut
6. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan/mempresentasikan hasil praktikum tentang perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem tersebut ,dan dikumpulkan kepada fasilitator.
7. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang mengidentifikasi perubahan – perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem tersebut.
8. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang mengidentifikasi perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan di sekitar lingkungan diklat.
9. Peserta diklat menyimpulkan tentang perubahan –perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor- faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem tersebut.
10. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari.
11. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari, perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem tersebut dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan ekosistem tersebut, di sekitar lingkungan diklat dan menyampaikan materi yang belum jelas.
12. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat.
13. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes.



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Setelah menyelesaikan proses pembelajaran materi Perubahan keseimbangan ekosistem, selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Di suatu padang rumput, terdapat sekumpulan sapi, rumput, pohon jambu, semut, dan seorang penggembala. Sekumpulan sapi di padang rumput tersebut merupakan
 - a. spesies
 - b. populasi
 - c. komunitas
 - d. ekosistem
 - e. biosfer
2. Ekosistem dikatakan seimbang dan dinamis jika
 - a. tidak terjadi persaingan antarindividu didalamnya
 - b. jumlah produsen tidak melimpah
 - c. jumlah konsumen melimpah
 - d. jumlah pengurai seimbang dengan produsen
 - e. jumlah semua komponen ekosistem sesuai dengan fungsi masing-masing
3. Suksesi adalah
 - a. proses perubahan yang memakan waktusangat lama
 - b. proses perubahan ekosistem karena pengaruhlingkungan sekitar
 - c. proses perubahan menjadi ekosistem baru yanglebih sempit
 - d. proses perubahan yang melibatkan semuakomponen
 - e. proses perubahan komunitas menuju satu arahsecara teratur
4. Suksesi primer terjadi jika
 - a. komunitas asal terbentuk tanpa adanyaperubahan
 - b. komunitas asal hilang karena perubahan alamyang alami
 - c. komunitas asal terganggu karena ulahmanusia
 - d. komunitas asal tidak ada perubahan apa-apa
 - e. komunitas asal terganggu hewan predator



5. Berikut yang termasuk polusi udara adalah
 - a. asap dari kebakaran hutan
 - b. naiknya suhu bumi
 - c. blooming alga
 - d. suara bising di pabrik-pabrik
 - e. konsentrasi DDT dalam sayuran
6. Di antara tingkatan tropik berikut yang bebas daripemangsa adalah
 - a. produsen
 - b. konsumen pertama
 - c. konsumen kedua
 - d. predator puncak
 - e. herbivora
7. Berikut ini merupakan ciri-ciri berbagai bioma:
 1. Curah hujan tinggi
 2. Curah hujan rendah
 3. Jenis tumbuhan heterogen
 4. Tumbuhan kelas epifit
 5. Matahari bersinar sepanjang tahun
 6. Porositas dan drainase kurang baik

Ciri bioma hutan hujan tropis adalah

 - a. 1, 2, 3, dan 5
 - b. 1, 3, 4, dan 5
 - c. 2, 3, 4, dan 5
 - d. 2, 3, 5, dan 6
 - e. 3, 4, 5, dan 6
8. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Proses perubahan bentuk energy dari satu bentuk ke bentuk lain disebut
 - a. daur materi
 - b. daur air
 - c. aliran energi
 - d. daur biogeokimia
 - e. efektivitas



9. Di dalam satu populasi terdapat banyak
 - a. genetik
 - b. ekosistem
 - c. habitat
 - d. spesies
 - e. individu

10. Sampah organic yang dibuang ke kolam akan mengakibatkan
 - a. kadar CO₂ bertambah
 - b. kadar O₂ berkurang
 - c. kadar O₂ meningkat
 - d. kadar hara P meningkat
 - e. kadar hara P berkurang

F. Rangkuman

Mahkluk hidup dan lingkungannya tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lain, keduanya memiliki hubungan timbal balik. Hubungan timbal balik antara komponen biotik dengan lingkungannya dipelajari secara khusus dalam ekologi. Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernest Haeckel (1834-1914) untuk mengkaji hubungan antara organisme dengan lingkungannya berada.

Kehidupan yang ada di muka bumi ini sebenarnya merupakan satu sistem ekologis. Sebagai suatu sistem, semua komponen penyusunnya seperti manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan akan saling memengaruhi komponen yang lainnya. Yang dimaksud sistem ekologis adalah berfungsinya perpindahan energi dan daur biogeokimia pada suatu ekosistem. Keseimbangan lingkungan yang dimaksud dapat terjadi jika faktor biotik dalam rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan berada dalam komposisi seimbang. Kondisi lingkungan semacam itu yang akan menjamin terbentuknya ekosistem yang sehat.



Keseimbangan ekosistem tidaklah statis, artinya komponen penyusun ekosistem dapat mengalami kenaikan maupun penurunan jumlah populasi, namun dalam komposisi yang proporsional. Jika satu jenis tumbuhan berkurang, masih tersedia jenis tumbuhan lain sebagai produsen yang menjadi sumber makanan bagi herbivora. Demikian pula, bila hewan herbivora tertentu jumlahnya berkurang masih ada jenis herbivora lainnya yang dapat dimakan oleh hewan karnivora. Seterusnya, bila ada jenis karnivora tertentu yang punah masih ada karnivora lain yang meneruskan perpindahan energi dan zat dalam komunitas tersebut.

G. Umpulan dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini, dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat mengidentifikasi Perubahan keseimbangan lingkungan		
2	Dapat mengidentifikasi faktor penyebab perubahan lingkungan dalam ekosistem		
3	Dapat memahami pencemaran lingkungan dalam ekosistem		
4	Dapat memberikan contoh pencemaran air, udara, tanah dalam ekosistem tertentu		
5	Dapat menganalisis faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan dalam ekosistem		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Kegiatan Pembelajaran 4.

Bentuk Ekosistem di Alam dan Contoh Ekosistem di Alam

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

1. Peserta diklat mampu menganalisis macam-macam ekosistem di alam dengan benar
2. Peserta diklat mampu menerapkan ekosistem darat dan air dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu menganalisis macam-macam ekosistem di alam dengan benar
2. Peserta diklat mampu menerapkan ekosistem darat dan ekosistem perairan dengan benar

C. Uraian Materi

1. Pengertian Ekosistem

Ekosistem adalah tempat dimana terjadinya proses saling interaksi dan ketergantungan antara makhluk hidup sebagai komponen biotik, dengan lingkungan hidupnya yang merupakan komponen abiotik.

Komponen Ekosistem

Ekosistem disusun oleh dua komponen, yaitu lingkungan fisik atau makhluk tidak hidup (komponen abiotik) dan berbagai jenis makhluk hidup (komponen biotik).



- a. **Komponen biotik** adalah ekosistem yang tergolong mahluk hidup.

Komponen biotik pada ekosistem sawah misalnya, bisa mencakup mikroorganisme, padi, belalang, manusia, jamur, ganggang, lumut, dan tumbuhan paku. Komponen biotik dalam ekosistem tidak dipelajari secara individu, tetapi dalam satuan populasi dan komunitas.

1) **Populasi**

Populasi tidak terdiri dari satu makhluk hidup atau individu, tetapi atas sekumpulan makhluk hidup yang menempati suatu kawasan tertentu. Namun, sekumpulan makhluk hidup ini hanya disebut populasi jika memiliki jenis yang sama atau satu spesies jika mampu untuk berbiak silang dan menurunkan anakan yang fertil.

Sebagai contoh populasi, perhatikanlah sebuah kolam ikan yang dihuni oleh berbagai jenis makhluk hidup, seperti ganggang, lumut, serangga air, lele, ikan mas, dan lainnya. Jika setiap jenis makhluk hidup ini jumlahnya lebih dari satu, maka pada kolam ikan akan terbentuk populasi ganggang, populasi lumut, populasi serangga air, dan seterusnya.

2) **Komunitas**

Populasi-populasi makhluk hidup yang ada pada suatu tempat tidak berdiri sendiri begitu saja, tetapi saling berinteraksi. Pada sebuah kolam ikan misalnya, populasi ganggang akan berinteraksi dengan populasi ikan berukuran kecil. Interaksi antara ganggang dengan ikan kecil berlangsung melalui proses makan. Interaksi antarapopulasi pada suatu area ini membentuk **Komunitas**. Komunitas tidak harus meliputi kawasan yang luas dengan tumbuhan dan hewan yang beragam. Tempurung kelapa yang sudah berisi air hujan lebih dari seminggu dapat menjadi suatu komunitas yang tersusun atas bakteri, jamur, dan protozoa.



b. Komponen abiotik adalah komponen materi yang tergolong tak hidup.

Termasuk komponen abiotik ini antara lain iklim, senyawa anorganik dan senyawa organik. Iklim dalam hal ini melibatkan suhu, kelembaban, cuaca, arah angin dan sebagainya. Komponen senyawa anorganik antara lain karbon (C), nitrogen (N), karbondioksida (CO_2), air (H_2O) dan sebagainya, termasuk pula di sini daur/siklus mineralnya. Senyawa organik yang meliputi protein, lemak, hidrat carbon dan sebagainya yang dapat mengikat antara mata rantai komponen biotik dan abiotik.

Setiap individu, populasi dan komunitas menempati tempat hidup tertentu yang disebut **habitat**. Komunitas dengan seluruh faktor abiotiknya membentuk suatu ekosistem. Suatu komunitas di suatu daerah yang mencakup daerah luas disebut **bioma**. Contoh: bioma padang rumput, bioma gurun, dan bioma hutan tropis. Semua bagian bumi dan atmosfer yang dapat dihuni makhluk hidup disebut **biosfer**.

Jenis-Jenis Ekosistem

Istilah lain dari ekosistem adalah bioma. Walaupun kelihatannya bioma merupakan bagian dari ekosistem tetapi bioma dapat pula diartikan sebagai ekosistem. Bioma dapat diartikan sebagai suatu satuan komunitas pada suatu ekosistem sebagai hasil interaksi iklim regional dengan biota dan substratnya. Iklim dan substrat atau lahan menentukan jenis biota yang hidup di suatu wilayah. Contohnya: vegetasi padang rumput yang tumbuh pada wilayah dengan curah hujan terbatas. Di bumi ada bermacam-macam ekosistem, yaitu ekosistem alami dan buatan.

a. Ekosistem Alami

Ekosistem alami, adalah jenis ekosistem yang terjadi secara alami tanpa campur tangan manusia. Contoh dari ekosistem alami antara lain ekosistem sungai, danau, laut, gurun, padang lumut, padang rumput, dan lain-lain.

Secara garis besar ekosistem alami dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan.



1) Ekosistem Darat

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu sebagai berikut.

a) Bioma gurun



Gambar 14. Bioma gurun ,
Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Gurun dan setengah gurun banyak ditemukan di Amerika Utara, Afrika Utara, Australia dan Asia Barat.

Ciri-ciri bioma gurun sebagai berikut :

- Curah hujan sangat rendah, + 25 cm/tahun
- Kecepatan penguapan air lebih cepat dari presipitasi
- Kelembaban udara sangat rendah
- Perbedaan suhu siang hari dengan malam hari sangat tinggi (siang dapat mencapai 45 C, malam dapat turun sampai 0 C)
- Tanah sangat tandus karena tidak mampu menyimpan air

Lingkungan biotik bioma gurun:

- **Flora:** tumbuhan yang tumbuh adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering (tumbuhan serofit).



- **Fauna:** hewan besar yang hidup di gurun umumnya yang mampu menyimpan air, misalnya unta, sedang untuk hewan-hewan kecil misalnya kadal, ular, tikus, semut, umumnya hanya aktif hidup pada pagi hari, pada siang hari yang terik mereka hidup pada lubang-lubang. Beberapa bioma gurun terdapat di daerah tropik (sepanjang garis khatulistiwa) yang berbatasan dengan padang rumput. Di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.

b) Bioma padang rumput



Gambar 15. Bioma padang rumput,
Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Padang rumput membentang mulai dari daerah tropis sampai dengan daerah beriklim sedang, seperti Hongaria, Rusia Selatan, Asia Tengah, Amerika Selatan, Australia.

Ciri-ciri bioma padang rumput sebagai berikut:

- Curah hujan antara 25-50 cm/tahun, di beberapa daerah padang rumput curah hujannya dapat mencapai 100 cm/tahun.
- Curah hujan yang relatif rendah turun secara tidak teratur.
- Turunnya hujan yang tidak teratur tersebut menyebabkan porositas dan drainase kurang baik sehingga tumbuhan sukar mengambil air.



Lingkungan biotik bioma padang rumput:

- **Flora:** tumbuhan yang mampu beradaptasi dengan daerah dengan porositas dan drainase kurang baik adalah rumput, meskipun ada pula tumbuhan lain yang hidup selain rumput, tetapi karena mereka merupakan vegetasi yang dominan maka disebut padang rumput. Nama padang rumput bermacam-macam seperti stepa di Rusia Selatan, puzta di Hongaria, prairie di Amerika Utara dan pampa di Argentina.
- **Fauna:** bison dan kuda liar (mustang) di Amerika, gajah dan jerapah di Afrika, domba dan kanguru di Australia. Karnivora: singa, srigala, anjing liar, cheetah.

c) Bioma Hutan hujan Tropik



Gambar 16. Bioma Hutan hujan Tropik,
Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Hutan tropis memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan dan hewan yang paling tinggi. Meliputi daerah aliran sungai Amazone-Orinaco, Amerika Tengah, sebagian besar daerah Asia Tenggara dan Papua Nugini, dan lembah Kongo di Afrika.

Ciri-ciri:

- Curah hujannya tinggi, merata sepanjang tahun, yaitu antara 200 - 225 cm/tahun.
- Matahari bersinar sepanjang tahun.



- Dari bulan satu ke bulan yang lain perubahan suhunya relatif kecil.
- Di bawah kanopi atau tudung pohon, gelap sepanjang hari, sehingga tidak ada perubahan suhu antara siang dan malam hari.

Lingkungan biotik

- **Flora:** pada bioma hutan tropis terdapat beratus-ratus spesies tumbuhan. Pohon-pohon utama dapat mencapai ketinggian 20-40 m, dengan cabang-cabang berdaun lebat sehingga membentuk suatu tudung atau kanopi. Tumbuhan khas yang dijumpai adalah liana dan epifit. Liana adalah tumbuhan yang menjalar di permukaan hutan, contoh: rotan. Epifit adalah tumbuhan yang menempel pada batang-batang pohon, dan tidak merugikan pohon tersebut, contoh: Anggrek, paku Sarang Burung.
- **Fauna:** di daerah tudung yang cukup sinar matahari, pada siang hari hidup hewan-hewan yang bersifat diurnal yaitu hewan yang aktif pada siang hari, di daerah bawah kanopi dan daerah dasar hidup hewan-hewan yang bersifat nokturnal yaitu hewan yang aktif pada malam hari, misalnya: burung hantu, babi hutan, kucing hutan, macan tutul.

d) Bioma Hutan Gugur (Deciduous Forest)



Gambar 17. Bioma Hutan gugur, Sumber, debyuta. Blogspot.co.id



Ciri khas hutan gugur adalah tumbuhannya sewaktu musim dingin, daun - daunnya meranggas. Bioma ini dapat dijumpai di Amerika Serikat, Eropa Barat, Asia Timur dan Chili.

Ciri-ciri bioma hutan gugur adalah sebagai berikut:

- Curah hujan merata sepanjang tahun, 75 - 100 cm/tahun.
- Mempunyai 4 musim: musim panas, musim dingin, musim gugur dan musim semi.
- Keanekaragaman jenis tumbuhan lebih rendah daripada bioma hutan tropis.

Musim panas pada bioma hutan gugur, energi radiasi matahari yang diterima cukup tinggi, demikian pula dengan presipitasi (curah hujan) dan kelembaban. Kondisi ini menyebabkan pohon-pohon tinggi tumbuh dengan baik, tetapi cahaya masih dapat menembus ke dasar, karena dedaunan tidak begitu lebat tumbuhnya.

Konsumen yang ada di daerah ini adalah serangga, burung, bajing, dan racoon yaitu hewan sebangsa luwak/musang. Pada saat menjelang musim dingin, radiasi sinar matahari mulai berkurang, suhu mulai turun. Tumbuhan mulai sulit mendapatkan air sehingga daun menjadi merah, coklat akhirnya gugur, sehingga musim itu disebut musim gugur.

Pada saat musim dingin, tumbuhan gundul dan tidak melakukan kegiatan fotosentesis. Beberapa jenis hewan melakukan hibernasi (tidur pada musim dingin). Menjelang musim panas, suhu naik, salju mencair, tumbuhan mulai berdaun kembali (bersemi) sehingga disebut musim semi.

**e) Bioma Taiga**

Gambar 18. Bioma Taiga, Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur. Taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali, Hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.

f) Bioma tundra

Gambar 19. Bioma tundra, Sumber, debyuta. Blogspot.co.id



Tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tumbuhan di daerah ini hanya 60 hari. Contoh tumbuhan yang dominan adalah Sphagnum, lumut kerak, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput. Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin.

Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya karibou, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.

2) Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.

a) Ekosistem Air Tawar

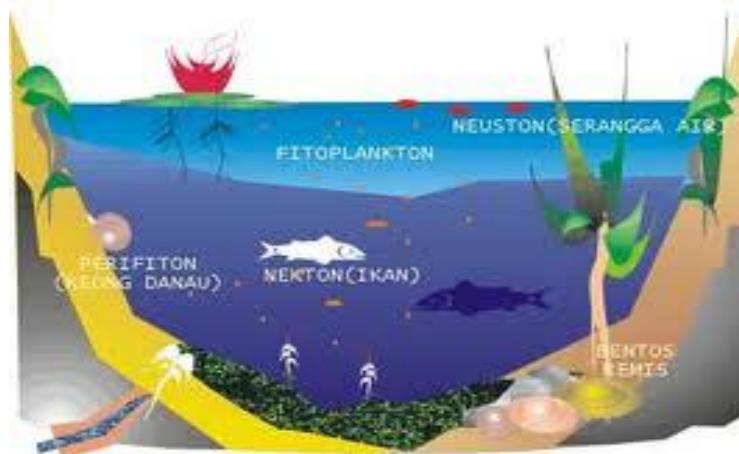
Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca.

Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi.

Tumbuhan bersel satu yang hidup di air tawar mempunyai dinding sel kuat misalnya beberapa alga biru dan alga hijau. Tumbuhan tingkat tinggi, seperti teratai (*Nymphaea gigantea*), mempunyai akar jangkar. Hewan dan tumbuhan rendah yang hidup di habitat air, tekanan osmosisnya sama dengan tekanan osmosis lingkungan atau isotonis. Hewan tingkat tinggi yang hidup di ekosistem air tawar, misalnya ikan, mengatasi perbedaan tekanan osmosis dengan melakukan osmoregulasi untuk memelihara keseimbangan air dalam tubuhnya melalui sistem ekskresi, insang, dan pencernaan.



Ekosistem air tawar dapat dikelompokkan menjadi air tenang dan air mengalir. Yang termasuk ekosistem air tenang adalah danau dan rawa, sedangkan yang termasuk ekosistem air mengalir adalah sungai.



Gambar 20. Berbagai Organisme Air Tawar Berdasarkan Cara Hidupnya

- **Danau**

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang dan luas. Di danau terdapat pembagian daerah berdasarkan penetrasi cahaya matahari



Gambar 21. Danau , Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Daerah yang dapat ditembus cahaya matahari sehingga terjadi fotosintesis disebut daerah *fotik*. Daerah yang tidak tertembus cahaya matahari disebut daerah *afotik*. Di danau juga terdapat daerah perubahan suhu yang drastis, disebut *termoklin*.



Termoklin memisahkan daerah yang hangat di atas dengan daerah dingin di dasar. Komunitas tumbuhan dan hewan tersebar di danau sesuai dengan kedalaman dan jaraknya dari tepi. Berdasarkan hal tersebut danau dibagi menjadi 4 daerah sebagai berikut.

- **Daerah litoral**

Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Air yang hangat berdekatan dengan tepi danau. Tumbuhannya merupakan tumbuhan air yang berakar dan daunnya ada yang mencuat ke atas permukaan air. Komunitas organisme sangat beragam termasuk jenis-jenis ganggang yang melekat (khususnya diatom), berbagai siput dan remis, serangga, crustacea, ikan, amfibi, reptilia air dan semi air seperti kura-kura dan ular, itik, angsa, dan mamalia yang sering mencari makan di danau.

- **Daerah limnetik**

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai fitoplankton, termasuk ganggang dan cyanobakteri. Ganggang berfotosintesis dan bereproduksi dengan kecepatan tinggi selama musim panas dan musim semi. Zooplankton yang sebagian besar termasuk Rotifera dan udang-udangan kecil pemangsa fitoplankton. Zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil. Ikan kecil dimangsa oleh ikan yang lebih besar, kemudian ikan besar dimangsa ular, kurakura, dan burung pemakan ikan.

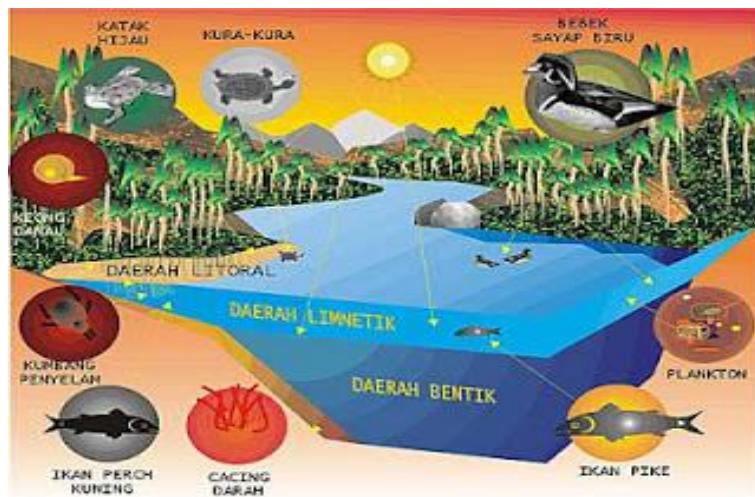
- **Daerah profundal**

Daerah ini merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah afotik danau. Mikroba dan organisme lain menggunakan oksigen untuk respirasi seluler setelah mendekomposisi detritus yang jatuh dari daerah limnetik. Daerah ini dihuni oleh cacing dan mikroba.



- **Daerah bentik**

Daerah ini merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



Gambar 22. Daerah bentik, Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Danau juga dapat dikelompokkan berdasarkan produksi materi organiknya, yaitu sebagai berikut.

- **Danau oligotrofik**

Oligotrofik merupakan sebutan untuk danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif. Ciri-cirinya, airnya jernih sekali, dihuni oleh sedikit organisme, dan di dasar air banyak terdapat oksigen sepanjang tahun.

- **Danau eutrofik**

Eutrofik merupakan sebutan untuk danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-cirinya adalah airnya keruh, terdapat bermacam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal. Danau oligotrofik dapat berkembang menjadi danau eutrofik akibat adanya materi-materi organik dan endapan yang masuk.



Perubahan ini juga dapat dipercepat oleh aktivitas manusia, misalnya dari sisa-sisa pupuk buatan pertanian dan timbunan sampah kota yang memperkaya danau dengan sejumlah nitrogen dan fosfor. Akibatnya terjadi peledakan populasi ganggang atau *blooming*, sehingga terjadi produksi detritus yang berlebihan yang akhirnya menghabiskan suplai oksigen di danau tersebut. Peristiwa seperti ini disebut "*eutrofikasi*". Eutrofikasi membuat air tidak dapat digunakan lagi dan mengurangi nilai keindahan danau.

- **Sungai**



Gambar 23. Sungai. Sumber, debuya. Blogspot.co.id

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Aliran air dan gelombang secara konstan memberikan oksigen pada air. Suhu air bervariasi sesuai dengan ketinggian dan garis lintang. Komunitas yang berada di sungai berbeda dengan danau. Air sungai yang mengalir deras tidak mendukung keberadaan komunitas plankton untuk berdiam diri, karena akan terbawa arus. Sebagai gantinya terjadi fotosintesis dari ganggang yang melekat dan tumbuhan berakar, sehingga dapat mendukung rantai makanan.



Komposisi komunitas hewan juga berbeda antara sungai, anak sungai, dan hilir. Di anak sungai sering dijumpai ikan air tawar. Di hilir sering dijumpai ikan lele dan gurame. Beberapa sungai besar dihuni oleh berbagai kura-kura dan ular. Khusus sungai di daerah tropis, dihuni oleh buaya dan lumba-lumba.

Organisme sungai dapat bertahan tidak terbawa arus karena mengalami adaptasi evolusioner. Misalnya bertubuh pipih dorsoventral dan dapat melekat pada batu. Beberapa jenis serangga yang hidup di sisi-sisi hilir menghuni habitat kecil yang bebas dari pusaran air.

Ekosistem sungai banyak mengalami gangguan karena pembangunan waduk atau bendungan. Waduk dapat memutus jalan bagi sejumlah ikan yang biasa bergerak dari hilir ke hulu untuk bertelur. Akibatnya, sejumlah spesies ikan hilang dari aliran sungai tersebut.

Contoh, di daerah tropis seperti Indonesia adalah ikan dan ikan sidat. Ikan pelus hidup di dekat hulu sungai, tetapi bertelur di laut. Karena jalannya terputus, maka aktivitas perkembang biakannya terganggu. Di daerah subtropis, terdapat ikan salmon yang hidup di laut. Pada saat musim bertelur, ikan-ikan tersebut bergerak ke hulu untuk bertelur di sana. Setelah telur menetas, ikan salmon yang masih kecil hidup di sungai dan pada saat sudah besar kembali ke laut.

b) Ekosistem Air Laut

Ekosistem air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuari, dan terumbu karang.



- **Ekosistem Laut**



Gambar 24. Ekosistem Air laut,
Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl⁻ mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar 25°C. Perbedaan suhu bagian atas dan bawah tinggi. Batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah disebut daerah *termoklin*.

Di daerah dingin, suhu air laut merata sehingga air dapat bercampur, maka daerah permukaan laut tetap subur dan banyak plankton serta ikan. Gerakan air dari pantai ke tengah menyebabkan air bagian atas turun ke bawah dan sebaliknya, sehingga memungkinkan terbentuknya rantai makanan.

Habitat laut dapat dibedakan berdasarkan kedalamannya dan wilayah permukaannya secara horizontal.

Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dapat dibedakan sebagai berikut.



Wilayah pasang (*Litoral*)

Wilayah pasang merupakan bagian dari laut yang dasarnya kering ketika terjadi surut. Ikan tidak bisa hidup pada wilayah ini, tetapi beberapa jenis binatang dapat dijumpai pada wilayah ini.

Wilayah laut dangkal (*Neritik*)

Sesuai dengan namanya, wilayah ini relatif dangkal sehingga masih dimungkinkan sinar matahari masuk sampai ke dasar laut. Indonesia memiliki wilayah laut dangkal yang cukup luas seperti landas kontinen sunda (Laut Jawa, Laut Natuna, Riau Kepulauan, Selat Malaka) dan landas kontinen sahul (Laut Arafuru). Wilayah-wilayah tersebut tentunya menyimpan kekayaan berupa flora dan fauna. Ciri-ciri wilayah ini adalah :

- Paling dalam mencapai 150 meter.
- Sinar matahari masih tembus sampai ke dasar laut.
- Paling banyak dihuni oleh binatang dan tumbuhan laut.

Wilayah lautan dalam (*Batial*)

Wilayah ini berada pada kedalaman antara 150-800 meter. Sinar matahari tidak mampu menembus sampai ke dasar laut dangkal. Dengan demikian, jumlah dan jenis binatang yang hidup pada wilayah ini lebih sedikit dibanding wilayah laut dangkal.

Wilayah lautan sangat dalam (*Abisal*)

Wilayah ini berada pada kedalaman di atas 1800 meter. Dengan kedalaman tersebut, tumbuhan tidak mampu lagi bertahan karena tidak ada sinar matahari. Karena itu jumlah dan jenis hewan pun terbatas, kecuali hewan yang telah beradaptasi dengan lingkungan tersebut.



- Menurut wilayah permukaannya secara horizontal, berturut-turut dari tepi laut, laut dibedakan sebagai berikut.

Pipelagik merupakan daerah antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.

Meso pelagik merupakan daerah di bawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m. Hewannya misalnya hiu.

Batio pelagik merupakan daerah jereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m. Hewan yang hidup di daerah ini misalnya gurita.

Abisal pelagik merupakan daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m; tidak terdapat tumbuhan tetapi hewan masih ada. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.

Hadai pelagik merupakan bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 m. Di bagian ini biasanya terdapat lele laut dan ikan laut yang dapat mengeluarkan cahaya. Sebagai produser di tempat ini adalah bakteri yang bersimbiosis dengan karang tertentu.

- **Ekosistem Pantai**

Ekosistem pantai letaknya berbatasan dengan ekosistem darat, laut, dan daerah pasang surut. Ekosistem pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut.



Gambar 25. ekosistem pantai,
Sumber, debyuta. Blogspot.co.id



Organisme dominan yang hidup di pantai berbeda bila dilihat dari lokasinya. Ganggang, moluska, dan remis banyak dijumpai di bagian paling atas pantai yang hanya terendam saat pasang naik tinggi.

Organisme tersebut menjadi makanan bagi kepiting dan burung pantai. Bagian tengah pantai banyak dijumpai ganggang, porifera, anemon laut, remis dan kerang, siput herbivora dan karnivora, kepiting, landak laut, bintang laut dan ikan-ikan kecil. Daerah tersebut terendam saat pasang tinggi dan pasang rendah.

- **Ekosistem Estuari**



Gambar 26. Ekosistem Estuari
(Sumber, debyuta. Blogspot.co.id)

Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Salinitas air berubah secara bertahap mulai dari daerah air tawar ke laut. Salinitas ini juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang surut aimya.

Nutrien dari sungai memperkaya estuari. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton.



Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan. Bahkan ada beberapa invertebrata laut dan ikan laut yang menjadikan estuari sebagai tempat kawin atau bermigrasi untuk menuju habitat air tawar. Estuari juga merupakan tempat mencari makan bagi vertebrata semi air, yaitu unggas air.

- **Terumbu Karang**



Gambar 27. Terumbu karang
(Sumber, debyuta. Blogspot.co.id)

Terumbu karang didominasi oleh karang (koral) yang merupakan kelompok Cnidaria yang mensekresikan kalsium karbonat. Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang. Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora.



Selain menjadi habitat bagi banyak organisme, terumbu karang memiliki banyak fungsi lainnya. Kekuatan ombak menjadi berkurang dengan adanya terumbu karang, sehingga pantai relatif aman dari kerusakan. Saat ini kerusakan terumbu karang terus terjadi, baik sebagai bahan bangunan maupun sebagai barang-barang hiasan. Pengambilan ikan hias juga cenderung berlebihan (*overfishing*) dan menggunakan bahan peledak, sehingga menghancurkan terumbu karang secara keseluruhan.

b. Ekosistem Buatan

Ekosistem buatan adalah ekosistem yang diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Ekosistem buatan mendapatkan subsidi energi dari luar, tanaman atau hewan peliharaan didominasi pengaruh manusia, dan memiliki keanekaragaman rendah.

1) Bendungan

Suatu ekosistem buatan yang berupa bangunan penahan atau penimbun air untuk berbagai keperluan, misalnya irigasi, pembangkit listrik.



Gambar 28. Bendungan ,Sumber, debyuta. Blogspot.co.id



2) Hutan Tanaman Industri

Hutan yang sengaja ditanami dengan jenis tanaman industri. Jenis tanaman yang umum ditanam adalah pinus, mahoni, rasamala, dammar, dan jati seperti gambar disamping.



Gambar 29. Hutan Tanaman Industri,
Sumber, debyuta. Blogspot.co.id

3) Agroekosistem

Suatu ekosistem buatan berupa ekosistem pertanian, misalnya sawah irigasi, sawah tada hujan, sawah surjan, sawah rawa, sawah pasang surut, perkebunan (teh, kopi kelapa sawit, dan karet), kolam tambak, ladang, dan pekarangan.



Gambar 30. Agroekosistem (Sumber, debyuta. Blogspot.co.id)



2. Dampak Negatif Perubahan Tata Ruang Terhadap Ekosistem

Kebutuhan akan ruang terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kebutuhan yang meningkat tersebut menuntut perubahan fungsi lahan. Sebagian lahan yang seharusnya tetap sebagai hutan, kemudian diubah menjadi lahan pertanian dan pemukiman.

Wilayah yang seharusnya dijadikan sebagai wilayah konservasi kemudian diubah menjadi lahan budidaya. Begitu pula lahan yang tadinya sebagai lahan pertanian banyak yang dialihfungsikan menjadi permukiman dan industri.

Perubahan tata ruang tersebut berdampak pada ekosistem. Dampak negatif yang ditimbulkan akibat perubahan tata ruang tersebut adalah:

- a. Hilangnya sejumlah spesies karena tidak adanya tempat hidup atau habitatnya telah berubah.
- b. Spesies pemangsa tidak mampu menyesuaikan diri dengan perubahan tata ruang yang ada atau sengaja dibunuh manusia karena berbahaya. Akibatnya, jumlah mereka berkurang, bermigrasi ke tempat lain dan bahkan mengalami kepunahan.
- c. Hilangnya spesies pemangsa berdampak pada meningkatnya populasi spesies yang dimangsa. Sebagian diantaranya sangat berpengaruh buruk terhadap kesehatan manusia.
- d. Perubahan tata ruang juga memengaruhi komponen fisik lainnya seperti perubahan tata air, udara, dan tanah, sehingga memengaruhi kehidupan berbagai organisme.



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang bentuk dan contoh ekosistem di alam, peserta diklat mengamati slide, gambar tentang interaksi antar komponen ekosistem, Kemudian dilakukan tanya jawab tentang bentuk ekosistem dan contoh ekosistem di alam
2. Peserta diklat diminta mengamati di lingkungan belajar/di luar kelas/taman/ lapangan/kebun/sungai/danau/waduk bentuk dan contoh ekosistemnya
3. Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/ menggambar jenis / bentuk ekosistem
3. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik mengidentifikasi jenis ekosistem di sekitar lingkungan diklat
4. Peserta diklat melakukan praktikum, mengidentifikasi jenis ekosistem di sekitar lingkungan diklat , dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja 1

Judul : Menganalisis jenis ekosistem kolam

Tujuan : Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu menganalisis komponen biotik dan abiotik ekosistem kolam jaring apung

Alat/bahan :

- Sample jaring apung
- Loupe
- Jaring plankton
- ATK
- Ember
- Mikroskop
- Glass obyek dan glass penutup



Cara Kerja:

- Datanglah ke kolam jaring apung (jangari dll)
 - Dengan hati- hati amati komponen abiotik yang menyusunnya
 - Amati dan catat komponen biotik yang menyusunnya
 - Apabila banyak ditemui organisme yang sulit diidentifikasi dengan mata telanjang, maka ambilah samplenya dengan ember dan lihat dengan menggunakan mikroskop.
 - Catat semua komponen yang menyusunnya
 - Buatlah laporan kegiatan ini
5. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang mengidentifikasi jenis ekosistem dan penyusunnya di sekitar lingkungan diklat , dan dikumpulkan kepada fasilitator
 6. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang mengidentifikasi jenis ekosistem dan penyusunnya serta contohnya ekosistem di sekitar lingkungan diklat
 7. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang mengidentifikasi jenis ekosistem di sekitar lingkungan diklat
 8. Peserta diklat menyimpulkan tentang mengidentifikasi jenis ekosistem di sekitar lingkungan diklat dan di alam
 9. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem di sekitar lingkungan diklat dan menyampaikan materi yang belum jelas
 10. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
 11. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Pilihlah satu Jawaban yang paling tepat !

1. Makhluk hidup dan faktor abiotik pada suatu lingkungan merupakan suatu kesatuan yang saling berinteraksi, disebut...
 - a. Komunitas
 - b. Habitat
 - c. Populasi
 - d. Ekosistem
 - e. Biomasa
2. Unsur abiotik utama yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman adalah...
 - a. Tanah
 - b. Cahaya
 - c. Air
 - d. Udara
 - e. Gravitasi
3. Tempat yang sesuai bagi makhluk hidup untuk melakukan aktivitas hidupnya disebut...
 - a. Habitat
 - b. Atmosfir
 - c. Nisia
 - d. Temperatur
 - e. Suhu



4. Ukuran dari intensitas panas dalam unit standar dan biasanya diekspresikan dalam skala derajat Celsius disebut...
 - f. Temperatur
 - g. Habitat
 - h. Atmosfir
 - i. Nisia
 - j. Ekosistem
5. Makin.... suhu, maka akan mempercepat proses kehilangan air dari tanaman.
 - a. Tinggi
 - b. Rendah
 - c. Dingin
 - d. Sedang
 - e. Segar
6. Gas pembakar dalam proses pernapasan adalah...
 - a. Karbondioksida
 - b. Ozon
 - c. Nitrogen
 - d. Oksigen
 - e. Karbon mono oksida
7. Pohon di pantai yang tahan terhadap lingkungan berkadar garam tinggi adalah...
 - a. Jati
 - b. Bakau
 - c. Tembakau
 - d. Cendana
 - e. Pinus



8. Keadaan naik turunnya permukaan bumi di suatu daerah disebut...
 - a. Habitat
 - b. Atmosfir
 - c. Nisia
 - d. Ekosistem
 - e. Topografi
9. Besar garis lintang yang melalui suatu wilayah hingga wilayah tersebut memiliki curah hujan yang cukup tinggi, rata-rata 200 – 225 cm/tahun adalah...
 - a. 0°
 - b. 10°
 - c. 30°
 - d. 60°
 - e. 90°
10. Gas merupakan penyusun udara terbesar di atmosfir bumi adalah...
 - a. Oksigen
 - b. Karbonmonoksida
 - c. Karbondioksida
 - d. Nitrogen
 - e. Argon

F. Rangkuman

Daya dukung lingkungan adalah ketersediaan sumber daya alamcukup ruang untuk memenuhi kebutuhan dasar pada tingkat kestabilansosial tertentu. Perubahan lingkungan dapat terjadi secara alami dan buatanmanusia. Secara alami, misalnya: akibat gempa bumi, gunung meletus, angin ribut dan banjir. Sedangkan secara buatan akibat aktivitasmanusia, misalnya: akibat penebangan hutan untuk pertanian, pembangunan rumah, jalan besar, pabrik, dan bendungan. Manusia mampu mengubah lingkungan misalnya pemberian pupuk, penghijauan, reboisasi, irigasi dan sebagainya untuk meningkatkan bidang pertanian dan melestarikan lingkungan.



Setiap makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya. Komponen penyusun ekosistem terdiri atas dua, yaitu biotik dan abiotik. Faktor *biotik (hayati)* adalah segala makhluk hidup di sekitar dan di dalam makhluk hidup, sedangkan abiotik terdiri dari lingkungan, fisik (iklim, suhu, penyinaran, tekanan udara, kelembaban, angin, curah hujan, dan faktor-faktor tanah *edafik*, dan kimia (pH, senyawa kimia, dan lainnya.

Interaksi antar populasi dikategorikan dalam bentuk netral, kompetisi atau persaingan, predasi, parasitisme, komensalisme, mutualisme dan antibiosa. Seluruh ekosistem yang ada di dunia ini disebut *Biosfer*. Biosfer didefinisikan sebagai bagian bumi yang mengandung makhluk hidup makhluk hidup.

Ekosistem dapat dibedakan atas ekosistem darat, pantai, air tawar dan ekosistem air laut. Beberapa bioma darat antara lain: pamah, pegunungan, gurun, padang rumput, hutan basah, hutan gugur, taiga dan tundra. Sedangkan bioma pantai terdiri dari mangrove, formasi *pes caprae*, formasi *baringtonia*, dan air payau.

Ekosistem air tawar dapat dibedakan atas perairan dengan air tenang, misalnya danau, rawan, kolam; serta perairan dengan air mengalir. Berdasarkan bagian daerah tempat hidup dibagi tiga yaitu litoral, limnetik dan profundal.

Bioma perairan terdiri dari berdasarkan daya tembus sinar matahari ke dalam air laut, terbagi atas fotik dan afotik. Secara fisik, habitat laut dibagi empat yaitu, berupa: litoral, neritik, batial dan abisal. Berdasarkan kebiasaan hidup, makhluk hidup perairan dibedakan menjadi plankton, perifiton, nekton, neuston, dan bentos.



G. Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini, dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat mengidentifikasi jenis ekosistem alami dan komponen penyusunnya		
2	Dapat mengidentifikasi jenis ekosistem buatan dan komponen penyusunnya		
3	Dapat memahami dampak perubahan ekosistem alami ke ekosistem buatan		
4	Dapat memberikan contoh ekosistem darat dengan komponen dan jenisnya		
5	Dapat menganalisis contoh ekosistem perairan dengan komponen dan jenisnya		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Kegiatan Pembelajaran 5.

Proses Suksesi Yang Terjadi di Alam

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses suksesi yang terjadi di alam, Suksesi primer, dan suksesi sekunder dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses suksesi yang terjadi di alam/ dinamika komunitas dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi suksesi primer dengan benar
3. Peserta diklat mampu mengidentifikasi suksesi sekunder dengan benar

C. Uraian Materi

Ekosistem merupakan tingkatan organisasi di alam yang lebih tinggi dari komunitas, atau merupakan kesatuan dari komunitas dengan lingkungannya dimana terjadi hubungan keteraturan. Keteraturan ini terjadi oleh adanya arus siklus materi dan aliran energi yang terkendalikan oleh arus informasi antara komponen dalam ekosistem itu, dimana setiap komponen mempunyai fungsi.

Keseimbangan itu tidak bersifat statis, melainkan dapat berubah-ubah (dinamis), perubahan ini dapat terjadi secara alamiah, maupun sebagai akibat perbuatan manusia. Keseimbangan dinamis tercapai akibat adanya proses pengaturan diri terhadap setiap perubahan dari energi dan materi yang masuk atau beredar dalam sistem. Dalam ekosistem terdapat suatu mekanisme keseimbangan yang dikenal dengan istilah homeostatis (*steady state*), yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan.



Keseimbangan ini diatur oleh berbagai faktor yang rumit dan didalamnya termasuk mekanisme yang mengatur penyimpanan bahan-bahan, pelepasan hara makanan, pertumbuhan organisme, produksi, dan dekomposisi bahan organik. Meskipun suatu ekosistem mempunyai daya tahan yang besar sekali terhadap perubahan, tetapi biasanya batas mekanisme homeostatis tersebut dengan mudah dapat diterobos oleh kegiatan manusia.

Sebagai contoh sungai yang menerima limbah dan sampah yang tidak terlalu banyak, maka sungai dapat menjernihkan kembali airnya secara alami, sehingga air sungai dianggap tidak tercemar. Tetapi bila limbah dan sampah yang masuk itu banyak dan kontinyu, apalagi mengandung bahan beracun, maka batas homeostasis alami sungai akan terlampaui, sehingga mungkin saja sistem sungai tersebut tidak memiliki lagi sistem homeostasis alami dan secara permanen airnya berubah atau rusak sama sekali.

Ekosistem memberikan informasi yang sangat bermanfaat bagi manusia untuk dipelajari dalam mengelola dan pelestarian lingkungan. Informasi dalam hal ini dapat dirumuskan sebagai suatu simbol atau sebagai indikator tentang sesuatu yang terjadi atau yang ada di masa lalu, maupun di masa akan datang pada komponen ekosistem, baik secara individu maupun secara keseluruhan pada sistem itu.

Sebagai contoh dari gejala alam yang memberikan informasi adalah :

1. Fosil yang terkandung dalam tanah dan batuan, memberikan informasi tentang masa lalu dari sistem tersebut.
2. Jejak telapak kaki dan kotoran gajah, memberikan informasi keberadaan gajah di ekosistem tersebut.
3. Adanya sinar merah pada saat matahari akan terbenam memberikan informasi pada manusia bahwa besok hari udara akan baik dan cerah.
4. Keberadaan organisme tertentu dalam ekosistem dapat dijadikan petunjuk, misalnya adanya kunang-kunang di suatu daerah menunjukkan adanya ekosistem tersebut padang rumput ataupun hutan mangrove.



5. Warna yang beraneka ragam pada hewan, misalnya kuning belang pada hari-mau, warna ular kuning berbintik hitam dll. Warna yang beraneka ragam mempunyai maksud, dan memberi informasi kepada jenisnya maupun jenis lainnya, yang dapat menolong kedua belah pihak. Informasi tersebut ada yang maksud-nya untuk tidak mudah terlihat oleh musuhnya, agar mudah dikenal pasangan-nya, memberi peringatan harus dijauhi dan hati-hati. Warna ini juga memberikan informasi identitas dari spesies tertentu.

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sekarang telah banyak digali dan ditemukan informasi yang berguna bagi manusia, misalnya dalam usaha pendekripsi menggunakan sistem radar, yang mencontoh dari sistem navi-gasi kelelawar dll.

1. Suksesi

Perubahan komposisi dan struktur dalam komunitas dapat dengan mudah diamati atau terlihat dan seringkali perubahan itu berupa pergantian satu komunitas oleh komunitas lain setelah beberapa gangguan, seperti kebakaran besar atau ledakan gunung berapi. Daerah yang terganggu itu bisa dikolonisasi oleh berbagai varietas spesies, yang secara perlahan-lahan digantikan oleh suatu komunitas spesies lain. Proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah yang berlangsung lambat secara teratur, pasti dan terarah serta dapat diramalkan disebut suksesi. Suksesi terjadi akibat modifikasi lingkungan fisik dan komunitas atau ekosistem, dan terjadinya faktor persaingan di antara satuan-satuan vegetasi menyebabkan perubahan ke arah tertentu.

Suksesi terjadi sebagai akibat dari modifikasi lingkungan fisik dalam komunitas atau ekosistem. Proses suksesi berakhir dengan sebuah komunitas atau ekosistem klimaks atau telah tercapai keadaan seimbang (homeostatis).

Suksesi merupakan proses yang menyeluruh dan kompleks dengan adanya permulaan, perkembangan dan akhirnya mencapai kestabilan pada fase klimaks.



Klimaks merupakan fase kematangan yang final, stabil memelihara diri dan berproduksi sendiri dari suatu perkembangan vegetasi dalam suatu iklim.

Interaksi dari semua faktor lingkungan yang berpengaruh akan menentukan komposisi jenis vegetasi komunitas. Dengan demikian keberadaan tegakan vegetasi akan bervariasi antar satu tipe dengan tipe lainnya bahkan terdapat variasi antar unit hutan. Faktor lingkungan yang membatasi jumlah spesies yang hidup pada suatu tahap suksesi dikenal ke dalam dua kategori, yaitu (Mueller (1974) :

- a. Faktor lingkungan yang mengakibatkan stres terdiri dari fenomena-fenomena yang membatasi hasil fotosintesa seperti cahaya, air, unsur hara tanah dan suhu;
- b. Faktor yang berhubungan dengan terjadinya kerusakan baik kerusakan sebagian maupun keseluruhan biomassa vegetasi seperti serangan hama, patogen atau manusia.

Umumnya komunitas tumbuhan terbentuk mulai dari tingkat pioner yang kemudian digeser oleh seri tumbuhan yang lebih dewasa sampai pada komunitas yang relatif stabil dan berada dalam keseimbangan dengan lingkungan setempat. Perubahan dalam suksesi bersifat kontinu, dimana rentetan suatu perkembangan dan pergantian komunitas merupakan suatu seri komunitas yang terbentuk pada keadaan tertentu disebut sere, dan komunitas yang sudah mencapai kemantapan dan permanen disebut klimaks.

Proses suksesi yang berakhir dengan suatu komunitas atau ekosistem klimaks, dapat diartikan bahwa komunitas sudah dapat mempertahankan kestabilan internalnya sebagai akibat dari respon (tanggapan) yang terkoordinasi dari komponennya terhadap setiap rangsangan yang cenderung mengganggu kondisi atau fungsi normal komunitas. Laju pertumbuhan populasi dan komposisi spesies berlangsung dengan cepat pada fase awal suksesi, kemudian menurun pada perkembangan berikutnya. Kondisi yang membatasi laju pertumbuhan populasi dan komposisi spesies pada tahap berikutnya adalah faktor lingkungan yang kurang cocok untuk mendukung kelangsungan hidup permudaan jenis-jenis tertentu.



Dalam suksesi terjadi suatu proses perubahan secara bertahap menuju suatu keseimbangan. Clements menyusun urutan kejadian secara rasional ke dalam 5 fase, yaitu:

- a. Fase 1. NUDASI: proses awal terjadinya pertumbuhan pada lahan terbuka/kosong.
- b. Fase 2. MIGRASI: proses hadirnya biji-biji tumbuhan, spora dan lain-lainnya.
- c. Fase 3. ECESIS: proses kemantapan pertumbuhan biji-biji tersebut.
- d. Fase 4. REAKSI: proses persaingan atau kompetisi antara jenis tumbuhan yang telah ada/hidup, dan pengaruhnya terhadap habitat setempat.
- e. Fase 5. STABILISASI: proses manakala populasi jenis tumbuhan mencapai titik akhir kondisi yang seimbang (equilibrium), di dalam keseimbangan dengan kondisi habitat lokal maupun regional.

Suksesi lebih lanjut tersusun atas suatu rangkaian rute perjalanan terbentuknya komunitas vegetasi transisional menuju komunitas dalam kesetimbangan. Clements memberi istilah untuk tingkat komunitas vegetasi transisi dengan nama SERE/SERAL, dan kondisi akhir yang seimbang disebut sebagai Vegetasi Klimaks. Untuk komunitas tumbuhan yang berbeda akan berkembang pada tipe habitat yang berbeda.

Beberapa ahli berpendapat bahwa proses suksesi selalu progresif (selalu mengalami kemajuan), sehingga membawa pengertian ke dua hal :

- a. Pergantian progresif pada kondisi tanah (habitat) yang biasanya pergantian itu dari habitat yang ekstrim ke optimum untuk pertumbuhan vegetasi.
- b. Pergantian progresif dalam bentuk pertumbuhan (life form).

Namun demikian perubahan-perubahan vegetasi tersebut bisa mencakup hilangnya jenis-jenis tertentu dan dapat pula suatu penurunan kompleksitas struktural sebagai akibat dari degradasi setempat. Keadaan seperti itu mungkin saja terjadi misalnya hilangnya mineral dalam tanah. Perubahan vegetasi seperti itu dapat dikatakan sebagai suksesi retrogresif atau regresi (suksesi yang mengalami kemunduran). Konsep lama tentang suksesi menyatakan bahwa suksesi berlangsung secara teratur, pasti, terarah, dapat diramalkan, dan berakhir dengan komunitas klimaks, konsep ini masih diterima.



Sedangkan menurut konsep mutakhir, suksesi ini tidak lebih dari pergantian jenis-jenis pionir oleh jenis-jenis yang lebih mantap dan dapat menyesuaikan secara lebih baik dengan lingkungannya. Suksesi ada dua tipe, yaitu **suksesi primer** dan **suksesi sekunder**. Perbedaan dua tipe suksesi ini terletak pada kondisi habitat awal proses terjadinya suksesi.

a. Suksesi primer

Suksesi primer merupakan suatu tahapan perubahan komunitas biotik ke komunitas biotik lain, yang dimulai dengan kehadiran tumbuhan pioner disuatu tempat berbatu yang belum pernah dijumpai adanya komunitas biotik tersebut sebelumnya, kemudian menjadi ekosistem hutan klimaks (climax forest ecosystem). Terjadi bila komunitas asal mengalami gangguan berat sekali, sehingga mengakibatkan komunitas asal hilang secara total, dan di tempat komunitas asal terbentuk komunitas lain di habitat baru tersebut.

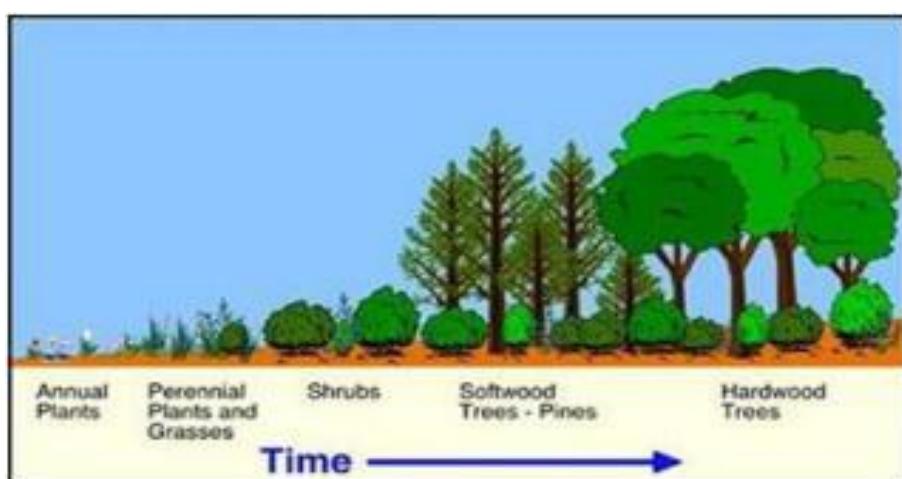
Pada habitat baru ini tidak ada lagi organisme yang membentuk komunitas asal tertinggal, gangguan ini dapat terjadi secara alami seperti letusan gunung api, tanah longsor, endapan lumpur dimuara sungai, endapan pasir di pantai, maupun akibat aktivitas manusia seperti pertambangan, dll. Pada habitat tersebut secara perlahan, searah, dan pasti akan berkembang menuju suatu komunitas yang klimaks dalam waktu lama, proses ini disebut suksesi primer. Proses suksesi primer ini membutuhkan waktu yang lama sampai ratusan tahun.

Suksesi primer dimulai di atas bongkahan batu pada pulau yang baru timbul, delta yang baru terbentuk, danau baru dan sebagainya. Pelapukan batubatuhan pada ekosistem yang rusak total karena pengaruh iklim (hari panas, kering dan waktu hujan, dingin atau basah), mengandung bahan unsur mineral dan organik yang dapat ditumbuhgi oleh tumbuhan pioner (lumut kerak dan algae). Pengaruh iklim terus berlangsung hingga bahan mineral dan bahan organik semakin tebal sehingga dapat ditumbuhgi oleh tumbuhan herba dan tahunan. Jika jalannya suksesi dipengaruhi atau ditentukan oleh iklim disebut dengan klimaks-klimatis.



Jika dipengaruhi oleh habitat / tanah disebut klimaks edaphis. Tumbuhan atau organisme yang mampu menghuni untuk pertama kalinya substrat yang baru digolongkan sebagai organisme pionir yang mempunyai toleransi besar terhadap berbagai faktor lingkungan yang ekstrim.

Gangguan ini dapat terjadi secara alami, misalnya tanah longsor, letusan gunung berapi, endapan Lumpur yang baru di muara sungai, dan endapan pasir di pantai. Gangguan dapat pula karena perbuatan manusia misalnya penambangan timah, batubara, dan minyak bumi. Contoh yang terdapat di Indonesia adalah terbentuknya suksesi di Gunung Krakatau yang pernah meletus pada tahun 1883. Di daerah bekas letusan gunung Krakatau mulanya muncul pioner berupa lumut kerak (likenes) serta tumbuhan lumut yang tahan terhadap penyinaran matahari dan kekeringan. Tumbuhan perintis itu mulai mengadakan pelapukan pada daerah permukaan lahan, sehingga terbentuk tanah sederhana. Bila tumbuhan perintis mati maka akan mengundang datangnya pengurai. Zat yang terbentuk karena aktivitas penguraian bercampur dengan hasil pelapukan lahan membentuk tanah yang lebih kompleks susunannya.



Gambar 31. Suksesi di ekosistem darat

Dengan adanya tanah ini, biji yang datang dari luar daerah dapat tumbuh dengan subur. Kemudian rumput yang tahan kekeringan tumbuh. Bersamaan dengan itu tumbuhan herba pun tumbuh menggantikan tanaman pioner dengan menaunginya. Kondisi demikian tidak menjadikan pioner subur tapi sebaiknya.



Sementara itu, rumput dan belukar dengan akarnya yang kuat terus mengadakan pelapukan lahan. Bagian tumbuhan yang mati diuraikan oleh jamur sehingga keadaan tanah menjadi lebih tebal. Kemudian semak tumbuh. Tumbuhan semak menaungi rumput dan belukar maka terjadilah kompetisi. Lama kelamaan semak menjadi dominan kemudian pohon mendesak tumbuhan belukar sehingga terben-tuklah hutan. Saat itulah ekosistem disebut mencapai kesetimbangan atau dikatakan ekosistem mencapai klimaks, yakni perubahan yang terjadi sangat kecil sehingga tidak banyak mengubah ekosistem itu.

b. Suksesi sekunder

Proses suksesi sekunder relatif sama dengan yang terjadi pada suksesi primer. Perbedaannya terletak pada keadaan kerusakan dan kondisi awal dari habitatnya. Terjadinya gangguan menyebabkan komunitas alami tersebut rusak baik secara alami maupun buatan, dimana gangguan tersebut tidak merusak total komunitas dan tempat hidup organisme sehingga substrat lama (substrat tanah sudah terbentuk sebelumnya), masih ada komunitas awal yang tersisa. Maka pada substrat tersebut terjadi perkembangan komunitas yang selanjutnya disebut suksesi sekunder. Proses kerusakan komunitas disebut denudasi, yang dapat disebabkan oleh api, pengolahan, angin kencang, banjir, gelombang laut, penebangan hutan, dan kegiatan-kegiatan biotis lainnya menyebabkan vegetasi asal musnah. Proses suksesi se-kunder ini membutuhkan waktu sampai puluhan tahun. Pada suksesi sekunder benih ataupun biji-biji bukan berasal dari luar tetapi dari dalam habitat itu sendiri. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh kebakaran, banjir, angin kencang dan gelombang laut (tsunami) secara alami dan penebangan hutan secara selektif, pembakaran padang rumput secara sengaja dan kegiatan biotis menyebabkan vegetasi asal musnah. Contoh seperti tegalan, semak belukar bekas ladang, padang alang-alang dan kebun karet dan kebun kelapa sawit yang ditinggalkan, adalah sebagian dari contoh komunitas sebagai hasil dari contoh ko-munitas sebagai hasil suksesi. Komunitas ini masih mengalami perubahan menuju kearah komunitas klimaks, kecuali bila dalam proses tersebut terjadi lagi gangguan, maka suksesi akan mundur lagi dan mulai kembali dari titik nol.



Penelitian di dekat Samarinda, Kalimantan Timur, menunjukkan bahwa pembentukan padang alang-alang terjadi hanya dalam waktu 4 tahun setelah penebangan hutan primer atau hutan klimaks, memperlihatkan perubahan yang terjadi setelah ditebang habis dan kemudian dibakar setiap tahun untuk dijadikan ladang padi.



Gambar 32. Suksesi sekunder setelah kebakaran

Proses pergantian antar tingkat dalam suksesi primer untuk mencapai klimaks, dapat membutuhkan waktu puluhan, ratusan bahkan ribuan tahun. Sedangkan waktu yang dibutuhkan suksesi sekunder lebih cepat dibandingkan dengan suksesi primer. Tingkat perubahan komunitas berlangsung dalam periode pendek dengan perkembangan yang cepat, hal ini disebabkan habitat (tanah dan air) sudah terbentuk untuk menyokong pertumbuhan vegetasi.

Proses yang terjadi selama proses suksesi dapat diringkaskan sebagai berikut :

- 1) Perkembangan sifat substrat atau tanah yang progresif, misalnya terjadinya pertambahan kandungan bahan organik sejalan dengan perkembangan komunitas yang semakin kompleks dengan komposisi jenis yang lebih beraneka ragam daripada sebelumnya.
- 2) Semakin kompleksnya struktur komunitas, peningkatan kepadatan, dan tingginya tumbuhan, sehingga dalam komunitas terbentuk stratifikasi.
- 3) Peningkatan produktifitas sejalan dengan perkembangan komunitas dan perkembangan tanah.



- 4) Peningkatan jumlah jenis sampai pada tahap tertentu dari suksesi.
- 5) Peningkatan pemanfaatan sumber daya lingkungan sesuai dengan peningkatan jumlah jenis.
- 6) Perubahan iklim mikro sesuai dengan perubahan komposisi jenis bentuk hidup (life form) tumbuhan dan struktur komunitas.
- 7) Komunitas berkembang menjadi lebih kompleks.

Kecepatan proses suksesi pada suatu komunitas atau ekosistem dipengaruhi oleh faktor, antara lain :

- 1) Luasnya komunitas asal yang rusak karena gangguan
- 2) Jenis-jenis tumbuhan yang terdapat di sekitar komunitas yang terganggu
- 3) Kehadiran tumbuhan pemencar biji dan benih
- 4) Iklim, terutama arah dan kecepatan angin yang membawa biji, spora dan benih lain, serta curah hujan yang memengaruhi perkembangan biji dan spora dan per-kembangan semai selanjutnya.
- 5) Macam atau jenis substrat baru yang terbentuk
- 6) Sifat-sifat jenis tumbuhan yang ada di sekitar tempat terjadinya suksesi.

Jika vegetasi yang ada kemudian musnah dan timbul lahan kosong disebut lahan sekunder atau lahan terdenudasi. Suksesi sekunder mempunyai tahap yang lebih sedikit daripada suksesi primer, dan biasanya klimaks pada suksesi sekunder lebih cepat dicapai.

Sebaliknya proses suksesi primer berjalan lambat, hal ini disebabkan oleh keadaan iklim batuan yang kering yang disertai belum terbentuknya tanah. Karenanya hanya tumbuhan tertentu yang dapat hidup pada keadaan tersebut. Spesies pertama hidup di atas habitat yang belum pernah ditumbuhi tumbuhan disebut tumbuhan pioner, contoh lumut. Tumbuhan lumut umumnya sangat sedikit pengaruhnya dalam penghancuran bongkah batuan menjadi tanah. Lumut dan tumbuhan berpembuluh merupakan penyokong terbesar dalam pembentukan tanah dan vegetasi.

Ada beberapa macam tipe suksesi berdasarkan habitatnya yaitu:



1) Hidrosere

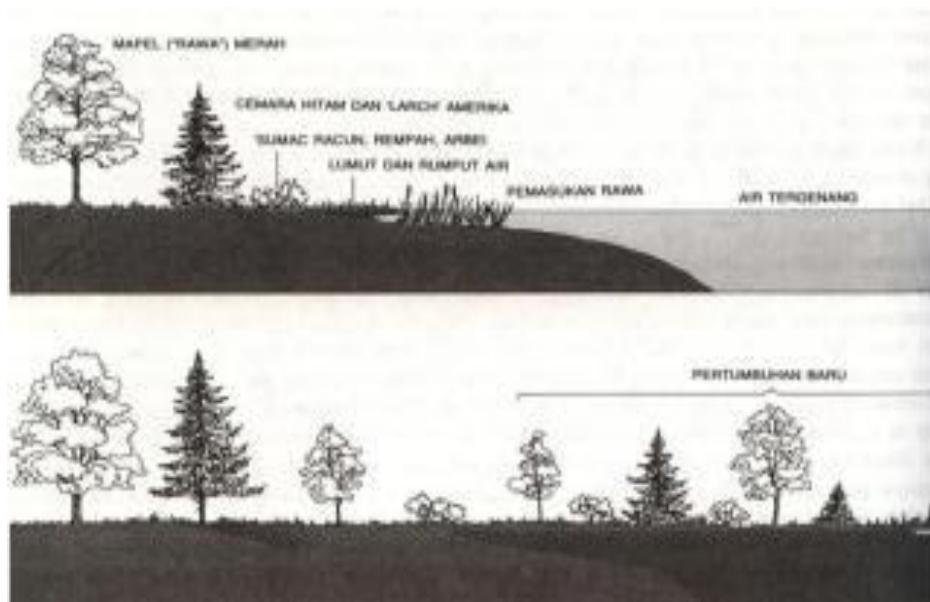
Tipe suksesi yang berkembang di daerah (habitat) perairan yang biasanya disebut Hidrarch. Vegetasi yang sering berganti dalam hidrarch disebut hidrosere. Tipe suksesi ini tidak selalu memerlukan komunitas aquatik untuk menuju ke perkembangan komunitas daratan. Jika air yang ada dalam jumlah cukup besar dan sangat dalam atau jika air selalu bergerak kuat (gelombang) atau adanya kekuatan fisik lain, suksesi menghasilkan suatu komunitas aquatik yang stabil dan sukar mengalami pergantian.

2) Halosere

Suksesi yang dimulai pada tanah bergaram atau air asin, biasanya dimulai dari jenis tumbuhan yang tahan kadar garam tinggi, seperti *Spindifec*, *Ipomea pes-caprae* dll.

3) Xerosere

Suksesi vegetasi yang berkembang pada daerah xerik (kering), disebut Xerarch. Suksesi xerik biasanya terjadi pada lahan yang tinggal batuan induknya saja. Dengan demikian tumbuhan yang mampu hidup disitu hanyalah tumbuhan yang tahan kering dan mampu hidup di tanah miskin.



Gambar 33. Suksesi di eksistem daratan yang mengarah ke perairan



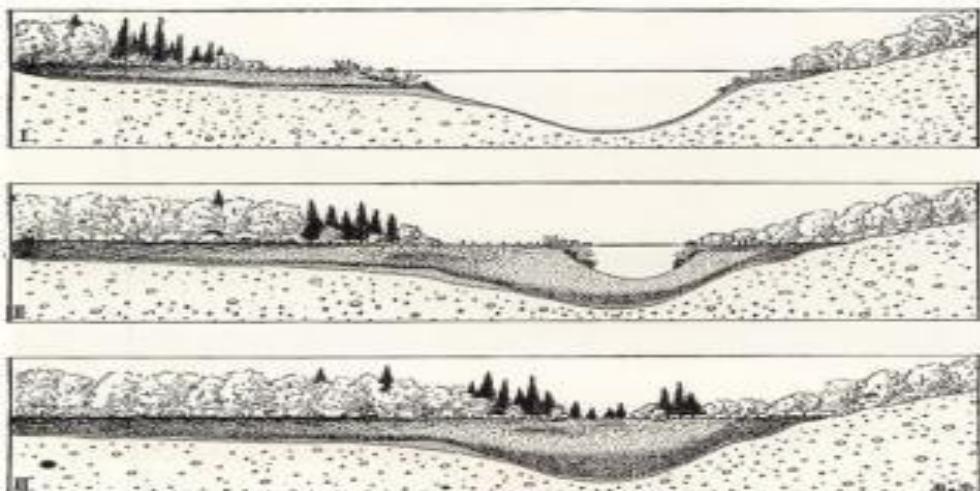
Beberapa faktor penyebab suksesi baik alami maupun tidak alamai atau buatan berikut ini adalah :

- 1) **Iklim**: tumbuhan tidak akan dapat teratur dengan adanya variasi yang lebar dalam waktu yang lama. Fluktuasi keadaan iklim kadang membawa akibat rusaknya vegetasi baik sebagian maupun seluruhnya. Dan akhirnya suatu tempat yang baru (kosong) berkembang menjadi lebih baik (daya adaptasinya besar) dan mengubah kondisi iklim. Kekeringan, hujan salju/air dan kilat seringkali membawa keadaan yang tidak menguntungkan pada vegetasi.
- 2) **Topografi**: suksesi terjadi karena perubahan kondisi tanah, antara lain:
 - a) **Erosi**: erosi dapat terjadi karena angin, air dan hujan. Dalam proses erosi tanah menjadi kosong kemudian terjadi penyebaran biji oleh angin (migrasi) dan akhirnya proses suksesi dimulai.
 - b) **Pengendapan (sedimentasi)**: erosi yang melarutkan lapisan tanah, disuatu tempat tanah diendapkan sehingga menutupi vegetasi yang ada dan merusakkannya. Kerusakan vegetasi menyebabkan suksesi berulang kembali di tempat tersebut.
- 3) **Biotik**: pemakan tumbuhan seperti serangga yang menjadi pengganggu di lahan pertanian demikian pula penyakit mengakibatkan kerusakan vegetasi. Di padang penggembalaan, hutan yang ditebang, panen menyebabkan tumbuhan tumbuh kembali dari awal atau bila rusak berat berganti vegetasi.
- 4) **Bencana Alam**: peristiwa bencana alam dapat menghilangkan semua jenis mahluk hidup disuatu tempat atau hanya menghilangkan sebagian, demikian pula pada habitat. Kemudian di habitat yang baru secara perlahan muncul komunitas baru kembali.

Suksesi alami pada perairan umumnya dijumpai pada kolam-kolam dan danau yang terjadi secara bertahap akibat masuknya bahan tererosi dari sekeliling ekosistem daratan. Proses ini terjadi karena kuantitas partikel tanah yang tererosi tidak dapat dihindarkan dari darat dan mengendap atau tertinggal di dalam kolam atau danau.



Tumbuhan akuatik memproduksi detritus juga berkontribusi terhadap proses pengendapan. Tahap selanjutnya terjadinya pergerakan tumbuhan darat ke arah dalam perairan secara bertahap yang dimulai oleh tumbuhan air ke tumbuhan darat berupa rumput-rumputan sampai pada semak dan pohon, sehingga kolam dan danau hilang sama sekali.



Gambar 34. suatu seri suksesi pada ekosistem danau

Pada tahapan awal setelah terjadi suksesi alami, spora dan biji dari bermacam-macam tumbuhan menyerbu dan populasi keturunan dari berbagai hewan juga menyerbu kesekitar tempat tersebut. Suksesi ekologis tidak menyebabkan terbentuknya spesies baru, tetapi memantapkan adaptasi spesies lama terhadap kondisi baru. Pada awal tahapan suksesi memang hanya akan dijumpai hanya satu atau beberapa jenis organisme, akan tetapi pada tahapan suksesi selanjutnya yang menuju pada ekosistem klimaks akan diikuti dengan semakin bertambah dan bervariasinya jenis atau spesies sehingga akan meningkatkan keanekaragaman hayati di daerah tersebut.

Pada suksesi sekunder, api adalah salah satu faktor abiotik yang mempunyai hubungan khusus dengan suksesi. Kira-kira 75 tahun yang lalu, ahli pengelolaan hutan menggolongkan api seba-gai potensi perusak dan pengendali komunitas. Ini berarti potensi yang dimiliki oleh api ada yang jelek dan ada pula yang baik, dan peningkatan program pencegahan bahaya api untuk mengurangi bahaya api dibanyak wilayah kurang memberikan harapan.



Bagaimanapun pencegahan bahaya api tidak dapat melindungi semua ekosistem yang ada. Hutan pinus di sebelah barat Amerika Serikat yang sama sekali bersih dan terbuka mendatangkan kekusutan dengan ranting dan cabang dari pohon yang telah mati. Kayu yang mati ini menjadi lahan untuk perkembangbiakan dari serangga pelubang kayu menyebabkan terjadinya pengurangan dakematian pohon.

Di Padang rumput, rumput secara bertahap diambil alih oleh *scrubby* (semak), spesies kayu yang menghalangi usaha penggembalaan. Di daerah California, regene-rasi dari kecambah kayu merah mulai dihalangi oleh perbanyakannya spesies *broadkaf*. Sekarang diakui bahwa api, yang selalu dimulai oleh peninjaman, adalah faktor abiotik alami, sama dengan semua faktor abiotik lain. Spesies yang berbeda, mempunyai tingkat frekuensi ketahanan berbeda terhadap api. Spesies *broadkats* seperti juga *therrbuds* menunjukkan, bahwa mereka sensitive dari kerusakan yang diakibatkan oleh api. Ekosistem yang keberadaannya tergantung kepada keseringan terjadinya keba-karan disebut ***EKOSISTEM API KLIMAKS***.

Dalam kategori ini telah termasuk berbagai padang rumput dan hutan pinus. Sebagai kesimpulan adalah: konsep yang paling penting untuk mengenal kestabilan ekosistem tidak hanya tergantung pada keseimbangan populasi sebagai komunitas biotik, tetapi juga hubungan antara komunitas biotik dan faktor abiotik di lingkungan tersebut. Sudah sangat jelas pula jika satu atau lebih dari faktor fisik lingkungan tersebut berubah maka komunitas biotik dapat terdesak ke tingkat *fluktuasi* dimana spesies tertentu akan mengalami stress dan dapat saja mati, tapi spesies yang lain justru meningkat jumlahnya.

2. Konsep Klimaks

Tingkat akhir dari suksesi suatu komunitas tumbuhan, adalah tercapainya keseimbangan dengan keadaan lingkungan. Jadi pada tingkat ini hubungan langsung antara tumbuhan dengan lingkungannya telah mencapai suatu stabilisasi.



Tumbuhan lain yang datang bermigrasi ke dalam komunitas tumbuhan itu tidak akan mudah mendapatkan tempat yang sesuai untuk perkembangannya. Beberapa ciri komunitas klimaks antara lain adalah sebagai berikut.

- a. Mampu menyokong kehidupan seluruh spesies yang hidup di dalamnya.
- b. Mengandung lebih banyak makhluk hidup dan macam – macam bentuk interaksi dibandingkan komunitas suksesional.

Jika berubah habitat menjadi ekstrem, sehingga tidak memenuhi syarat untuk tumbuhnya tumbuhan awal maka akan digantikan oleh tumbuhan lainnya yang sesuai dengan lingkungan yang baru, kemudian tumbuhan sehingga tumbuhan baru bisa menjadi dominan. Setelah beberapa kali mengalami pergantian semacam itu, suatu saat habitat akan terisi oleh spesies-spesies yang telah teradaptasi dan mampu bereproduksi dengan baik, hal inilah yang disebut suatu komunitas telah mencapai komunitas klimaks yang matang, dapat memelihara dirinya sendiri dan selanjutnya bila ada pergantian, maka pergantian itu relatif sangat lambat. Di dalam kondisi klimaks ini spesies-spesies dapat mengatur dirinya sendiri dan dapat mengolah habitat sedemikian rupa sehingga cenderung untuk melawan invasi baru.

Di dalam konsep klimaks ini Clements berpendapat:

- a. Suksesi dimulai dari kondisi lingkungan yang berbeda, tetapi akhirnya punya klimaks yang sama.
- b. Klimaks hanya dapat dicapai dengan kondisi iklim tertentu, sehingga klimaks dengan iklim itu saling berhubungan, kemudian klimaks ini disebut Klimaks Klimatik.
- c. Setiap kelompok vegetasi masing-masing mempunyai klimaks.

Karena iklim sendiri menentukan pembentukan klimaks maka dapat dikatakan bahwa klimaks klimatik akan tercapai pada saat kondisi fisik di sub stratum tidak ekstrem untuk terjadinya perubahan terhadap keadaan iklim di suatu wilayah. Terkadang klimaks dimodifikasi begitu besar oleh kondisi fisik tanah seperti topografi dan kandungan air, klimaks seperti ini disebut Klimaks Edafik. Secara relatif vegetasi dapat mencapai kestabilan lain dari klimatik di suatu wilayah, hal ini disebabkan adanya faktor edafik yang mempunyai karakteristik yang tersendiri.



Adakalanya vegetasi terhalang untuk mencapai klimaks, oleh karena beberapa faktor selain iklim. Misalnya adanya penebangan, penggembalaan ternak, keterge-nangan dan lain-lain. Dengan demikian vegetasi dalam tahap perkembangan yang ti-dak sempurna (tahap sebelum klimaks) baik oleh faktor alam atau buatan, keadaan ini disebut Sub Klimaks. Komunitas tanaman sub klimaks akan cenderung untuk mencapai klimaks sebenarnya jika faktor penghalang/penghambat dihilangkan.

Gangguan terhadap modifikasi klimaks yang sebenarnya dapat menyebabkan terbentuknya sub klimaks yang berubah (termodifikasi), dan keadaan ini disebut Disklimaks (Ashby, 1971). Sebagai contoh vegetasi terbakar menyebabkan tumbuh dan berkembangnya vegetasi yang sesuai dengan tanah bekas terbakar tersebut. Odum (1971) mengistilahkan klimaks tersebut dengan pyrix klimaks. Tumbuhan yang dominan pada pyrix klimaks misalnya antara lain : *Melastoma polyanthum*, *Macaranga sp*, dan *Melaleuca leucadendron*. Jika pergantian iklim secara temporer menghentikan perkembangan vegetasi sebelum mencapai klimaks yang diharapkan maka disebut Pre Klimaks

Pada keadaan iklim dimana vegetasi dilindungi dari manusia, penyakit, serangga dan api, maka kecambah yang tumbuh akan hampir sama jenisnya dengan vegetasi dominan. Vegetasi berada dalam keadaan seimbang dengan iklim, tanah dan hewan herbivora. Semua unsur-unsur lingkungan tidak berubah, bentuk vegetasi dengan pola jenis-jenis utamanya akan tetap demikian. Vegetasi yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan lingkungannya, kemungkinan masuknya jenis lain hampir tidak ada, karena bekerja faktor-faktor pembatas, sedangkan pertumbuhan vegetasi dikendalikan oleh pengaruh dari faktor-faktor pembatasnya untuk vegetasi tertentu. Vegetasi yang demikian sekarang dikatakan berada dalam keadaan klimaks.

Tingkat akhir dari perkembangan komunitas tumbuhan ini disebut "klimaks". Ada dua pendapat mengenai bagaimana klimaks ini dapat dicapai oleh suatu komunitas tumbuhan, yaitu :



a. Teori Monoklimaks

Berpendapat bahwa tiap daerah hanya mengalami satu kali klimaks saja. Ekologawan pioner seperti Braun-Blanquet dan Clements mengatakan bahwa klimaks itu adalah perkembangan suatu vegetasi dan pembentukan tanah yang telah mencapai titik akhir setelah dipengaruhi dan ditentukan oleh faktor iklim. Konsep ini disebut konsep "monoklimaks", sebab disini hanya satu faktor alam saja yang ditonjolkan dan dianggap memegang peranan penting, yaitu faktor iklim. Dalam konsep monoklimaks, Clements memperkenalkan pula beberapa istilah yang berhubungan dengan tingkat-tingkat vegetasi dalam mencapai klimaks. Istilah itu hanya menunjukkan saja kesukaran menentukan klimaks dalam skala waktu.

- 1) **Subklimaks** : tingkat yang hampir berakhiran dari suatu suksesi tetapi tetap bertahan dalam keadaan tersebut dalam masa yang panjang, dan pada akhirnya tercapai juga tingkat klimaksnya.
- 2) **Disklimaks** : yang berubah setelah tercapainya klimaks disebabkan adanya gangguan terhadap alam lingkungan.
- 3) **Postklimaks** dan **preklimaks** : perubahan iklim menurut garis lintang bumi menimbulkan perubahan vegetasi meskipun kurang jelas. Bila terjadi suatu fluktuasi keadaan iklim, maka akan timbul pula perubahan pada vegetasinya. Misalnya, bila iklim berubah menjadi dingin dan lebih basah dari kondisi biasa menimbulkan postklimaks. Sedangkan bila keadaan menjadi lebih hangat dan kering akan menimbulkan vegetasi yang preklimaks.

b. Teori Poliklimaks

Berpendapat bahwa semua komunitas dalam daerah iklim tertentu tidak mencapai klimaks yang sama, hal ini dipengaruhi kedaan fisik habitat bervariasi. Odum dan para ahli ekologi lainnya, terutama angkatan lebih muda berpendapat bahwa klimaks merupakan suatu komunitas tumbuhan yang telah mencapai tingkat akhir dan stabil, setelah mencapai atau melampaui seri-seri suksesi, kestabilan dan pengabadian komunitas tumbuhan. Tercapainya pengabadian karena komunitas tumbuhan telah dapat menyesuaikan dengan satu atau beberapa faktor alam. Oleh karena itu, konsep terakhir ini disebut "polyklimaks".



c. **Konsep Whittaker (1953)**

Menyatakan bahwa sebetulnya tidak ada klimaks yang mutlak untuk tiap habitat, susunan klimaks mempunyai arti yang relatif untuk suatu keadaan lingkungan dan untuk semua faktor-faktor ekosistem yang ada. Sehingga baik monoklimaks dan poliklimaks tidak memenuhi kriteria sesuai dengan kenyataan, karena klimaks merupakan suatu keadaan seimbang dari produktivitas, struktur dan populasi dengan keseimbangan dinamis dari populasi-populasi yang menentukan. Keanekaragaman vegetasi klimaks tergantung dari keanekaragaman lingkungan dan macam populasi yang ada. Keseimbangan di antara pergantian populasi dengan perubahan-perubahan dalam lingkungan, dan vegetasi klimaks merupakan suatu pola dari populasi yang berhubungan dengan pola penurunan lingkungan

d. **Teori informasi (Odum 1971)**

Dikemukakan oleh Odum yang merupakan jalan tengah antara teori monoklimaks dan teori poliklimaks. Odum berpendangan bahwa suatu komunitas baik hewan maupun vegetasi selalu memerlukan energi dan informasi dan pada saatnya akan menghasilkan energi dan informasi. Suatu sistem berkembang, pada permulaannya memerlukan energi dan informasi sehingga disebut sistem tersubsidi. Pada suatu saat setelah dewasa akan menghasilkan energi dan informasi. Sistem ini dikatakan mencapai klimaks bila perbandingan masukan dan keluaran energi dan informasi sama dengan satu atau hasil energi dan informasi sama besar dengan masukan energi dan informasi, sistem yang demikian ini oleh Odum disebut Klimaks. Kedua konsep / teori monoklimaks dan poliklimaks memiliki perbedaan, dimana yang satu hanya menekankan kontrol dari alam lingkungan terhadap vegetasi klimaks itu kepada satu faktor alam saja yaitu iklim, sedangkan yang lainnya menganggap bahwa tidak hanya iklim saja yang dapat menentukan klimaks dari suatu vegetasi itu, tetapi mungkin juga faktor-faktor alam lainnya, seperti faktor tanah, faktor biotik dll. Sangat sukar untuk memberi batasan pada apa yang disebut stabilisasi komunitas tumbuhan yang telah mencapai klimaks tanpa mempertimbangkan soal waktu.



Persoalannya sekarang adalah suatu batas waktu tertentu untuk membedakan komu-nitas-komunitas yang masih mengalami suksesi dan sudah mencapai klimaks. Bila di-ukur dengan waktu geologi yang panjang dimana iklim selalu berubah-berubah, ve-getasi dimuka bumi dapat dikatakan tidak pernah mencapai klimaks dan selalu dalam keadaan suksesi. Kalau demikian adakah vegetasi yang mencapai klimaks. Dalam hal ini kita perlu meninjau masalah klimaks ini dalam ukuran waktu yang relatif, bukan dalam ukuran waktu yang absolut. Hanya dengan cara begitu maka konsep klimaks ini ada manfaatnya bagi ilmu pengetahuan.

Aspek yang sangat jelas dari pengertian klimaks secara teoritis adalah harus di-tinjau dari sudut kecepatan perubahan dalam bentuk suksesinya. Pada tingkat-tingkat permulaan suksesi tumbuhan, biasanya perubahan bentuk dan komposisi tumbuhan relatif cepat sekali. Makin tua umur suksesi makin lama pula perubahan-perubahan ve-getasi terjadi. Kemudian kalau dapat diperkirakan bahwa perubahan yang lama ini ka-rena vegetasi itu telah mengarah kepada penyesuaian terhadap alam lingkungan (iklim bagi konsep monoklimaks atau aneka ragam faktor alam bagi konsep poly-klimaks), maka perubahan itu memang akan berhenti dalam bentuk vegetasi klimaks.

3. Gangguan dan Ketidakseimbangan Ekosistem

Dalam suatu ekosistem mempunyai keteraturan, berwujud sebagai kemampuan untuk memelihara diri sendiri, mengatur sendiri atau menahan berbagai perubahan serta mengadakan keseimbangan kembali, kecuali jika secara serius terganggu oleh aktivitas manusia. Fokus pandangan "keseimbangan alami" ini adalah pendefinisian faktor-faktor, terutama interaksi antar spesies yang kelihatannya memperhatikan stabilitas dalam komunitas yang dapat mengembalikan stabilitas ke daerah yang terganggu. Stabilitas dalam konteks ini adalah kecenderungan suatu komunitas untuk mencapai dan mempertahankan suatu keseimbangan atau kondisi yang relatif konstan dalam menghadapi gangguan.



Gangguan terhadap ekosistem dapat diakibatkan oleh alam dan aktivitas manusia. Gangguan seringkali menciptakan kesempatan bagi spesies-spesies sebelumnya tidak menempati habitat tersebut untuk memantapkan dirinya disitu. Banyak hewan merupakan penyebab gangguan komunitas, gundulnya padang rumput dan hutan dapat disebabkan oleh hewan-hewan seperti rusa, jerapah, gajah, sapi dan kelompok herbivora lainnya akibat terjadinya perumputan (*over grassing*), Gangguan ini bahkan disebabkan oleh aktivitas manusia, yang dapat memiliki dampak paling besar pada komunitas secara keseluruhan di muka bumi. Penebangan dan pembukaan hutan untuk pengembangan perkotaan, pertambangan dan pertanian telah mengurangi hamparan hijau yang sangat luas menjadi kumpulan-kumpulan kecil rumpun pepohonan yang tidak saling berhubungan dibanyak tempat di dunia ini sehingga mempertinggi gejala efek api.

Gangguan manusia umumnya mengurangi keanekaragaman spesies dalam komunitas. Gangguan dapat memengaruhi struktur komunitas pada hampir semua skala. Gangguan skala kecil seringkali meningkatkan ketidakseragaman lingkungan yang dapat sangat penting bagi pemeliharaan keanekaragaman spesies dalam satu komunitas.

4. Dampak Aktivitas Manusia Terhadap Ekosistem

Ketika populasi manusia tumbuh hingga mencapai suatu jumlah yang sangat besar, aktivitas dan kemampuan teknologi kita dan lain hal telah mengganggu dinamika sebagian ekosistem di biosfer. Bahkan saat kita masih belum secara sempurna merusak suatu sistem alamiah, tindakan kita telah mengganggu struktur tropik, aliran energi, dan siklus materi ekosistem pada sebagian besar wilayah dan daerah disunia. Pengaruh itu kadang bersifat lokal atau regional, akan tetapi dampak ekologis manusia dapat menyebar luas atau bahkan secara global.

a. Perusakan Hutan

Hutan menurut undang-undang nomor 41 tahun 1999 adalah suatu kawasan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungan, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan.



Hutan sebagai sekumpulan ekosistem dimana saling berhubungan erat antara hutan dan lingkungan baik itu berupa pepohonan, benda-benda hayati dan non hayati, lingkungan pendukung (jasa) dimana semua yang ada diatas selalu saling berhubungan dan saling memengaruhi. Hutan secara keseluruhan merupakan kumpulan hidup alam hayati beserta alam lingkungannya. Keanekaragaman hayati dalam suatu kawasan hutan alam terdapat beragam jenis pepohonan, umur yang beragam dan tingkat kerapatan yang tidak teratur dan pertumbuhan.

Faktor-faktor penyebab kerusakan hutan yaitu sebagai berikut adalah *illegal logging* (penebangan liar), kebakaran hutan, perambahan hutan, program pembangunan, serta serangan hama dan penyakit. Selain faktor-faktor tersebut adanya Kebijakan pemerintah yang tidak memihak kepada lingkungan misalnya, dalam penyusunan tata ruang, yang seharusnya suatu lahan itu adalah kawasan hutan, menjadi kawasan pertanian, pemukiman dan lain-lain juga menjadi faktor penyebab kerusakan hutan.

b. Pencemaran Tanah

Definisi dan Pengertian dari Pencemaran tanah adalah kerusakan lapisan tipis bumi yang bermanfaat yaitu tanah produktif untuk menumbuhkan tanaman sebagai sumber bahan makanan. Tanpa tanah yang subur, petani tidak bisa bercocok tanam dan menghasilkan makanan untuk orang di seluruh dunia.

Tanah yang subur dipengaruhi juga oleh organisme seperti bakteri, jamur, dan organisme lain yang menguraikan limbah dalam tanah dan menyediakan unsur hara. Unsur hara memberikan pertumbuhan bagi tanaman. Pupuk dan pestisida dapat membatasi kemampuan organisme tanah untuk menguraikan limbah. Akibat penggunaan pupuk dan pestisida berlebihan dapat merusak produktivitas tanah.

Oleh hasil pembuangan limbah yang mengandung bahan-bahan anorganik yang sukar terurai dalam tanah seperti plastik, kaca, dan kaleng. Bahan-bahan ini sukar diuraikan oleh organisme dan mengakibatkan produktivitas tanah akan berkurang.



Jika limbah atau sampah yang dibuang mudah terurai oleh mikroorganisme, bahan-bahan itu akan mengalami proses pembusukan kemudian terurai dan menyatu dengan tanah sehingga tidak menimbulkan pencemaran. Dampak langsung akibat limbah yang dirasakan manusia adalah timbulnya bau yang tidak sedap dan kotor. Dampak yang tidak langsung diantaranya tempat pembuangan limbah dapat menjadi tempat berkembangnya organisme penyebab penyakit. Organisme ini dapat menyebabkan penyakit ataupun hanya sebagai vektor (pembawa) penyakit yang merugikan manusia. Adapun penyakit yang dapat berkembang pada daerah berlimbah yang tidak terjaga sanitasinya seperti pes, kaki gajah, malaria, demam berdarah ataupun penyakit yang lain.

c. Pencemaran Air

Air biasanya disebut tercemar ketika terganggu oleh kontaminan antropogenik dan ketika tidak bisa mendukung kehidupan manusia, seperti air minum, dan/atau mengalami pergeseran ditandai dalam kemampuannya untuk mendukung komunitas penyusun biotik, seperti ikan. Fenomena alam seperti gunung berapi, algae blooms, badai, dan gempa bumi juga menyebabkan perubahan besar dalam kualitas air dan status ekologi air. Pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai hal dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Meningkatnya kandungan nutrien dapat mengarah pada eutrofikasi.

Sampah organik seperti air comberan (sewage) menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen pada air yang menerimanya yang mengarah pada berkurangnya oksigen yang dapat berdampak parah terhadap seluruh ekosistem. Industri membuang berbagai macam polutan ke dalam air limbahnya seperti logam berat, toksin organik, minyak, nutrien dan padatan. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat juga mengurangi oksigen dalam air. Seperti limbah pabrik yg mengalir ke sungai seperti di sungai citarum,



Pencemaran air oleh sampah, Penggunaan bahan peledak untuk menangkap ikan, Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran air antara lain yaitu dapat menyebabkan banjir, erosi, kekurangan sumber air, dapat membuat sumber penyakit, tanah longsor, dapat merusak ekosistem sungai, dan kerugian untuk Nelayan.

d. Pencemaran Udara

Pencemaran udara diakibatkan oleh gas yang dikeluarkan oleh industri, kendaraan bermotor, dan kegiatan rumah tangga. Gas-gas tersebut berupa gas hasil pembakaran fosil (minyak bumi, batu bara) dan pengguna gas berbahaya, misal gas CFC (klorofluorokarbon).

1) Gas Hasil Pembakaran

Hasil pembakaran fosil (minyak bumi, batu bara) berupa gas buangan dalam bentuk gas karbon dioksida CO_2 dan belerang dioksida (SO, SO_2). CO_2 dikeluarkan oleh pabrik, mesin, mobil, sepeda motor, kompor minyak, pesawat terbang, dan pembakaran kayu. Dengan semakin besarnya populasi manusia dan semakin meningkatnya kesejahteraan, akan meningkatkan pembakaran yang mengakibatkan gas buangan CO_2 semakin besar. Pencemaran udara di perkotaan dan daerah industri lebih tinggi daripada di pedesaan.

Meningkatnya CO_2 di udara dapat menyebabkan efek rumah kaca. Pada sketsa efek rumah kaca yang dibandingkan dengan kondisi yang dialami oleh planet ini. Bumi diselubungi oleh CO_2 dan gas-gas pencemaran lainnya, seolah-olah bumi yang diselubungi kaca. Panas matahari yang mencapai permukaan bumi dipantulkan ke angkasa. Akan tetapi, karena bumi diselubungi gas pecemaran ini menyebabkan panas matahari terperangkap sehingga suhu bumi meningkat. Peningkatan suhu bumi dikenal dengan istilah pemanasan global.

Dampak dari meningkatnya suhu bumi adalah terjadi perubahan iklim dan es di kutub mencair. Jika ini terjadi, permukaan air laut akan meningkat dan beberapa pantai akan tenggelam.



Meningkatnya belerang oksida (SO_2 , SO_3) dapat meninggalkan hujan asam. Gas-gas tersebut dengan air hujan membentuk asam sulfat, menyebabkan air hujan bersifat asam. Hujan asam mengakibatkan tumbuhan mati, organisme telah mati, besi dan logam berkarat sehingga membahayakan bangunan dan jembatan. Akibat yang lain ialah kerusakan bangunan sejarah, seperti candi. Hujan asam membuatnya cepat kropos dan rusak. (gambar pohon mati karena hujan asam).

2) Gas CFC

CFC (klorofluorokarbon) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun. Gas ini banyak digunakan sebagai gas pengembang (pembuat karet busa), pendingin (AC, kulkas), dan menyemprot (hair spray parfum). Semakin banyaknya penggunaan CFC akan menyebabkan semakin banyak gas tersebut yang terlepas ke udara dan mencapai lapisan stratosfer.

Di stratosfer terdapat gas Ozone (O_3) yang merupakan lapisan pelindung bumi dari cahaya ultraviolet. Adanya lapisan ozone menyebabkan cahaya ultraviolet terpantul ke ruang angkasa dan hanya sebagian kecil yang mencapai bumi.

Gas CFC di stratosfer dapat bereaksi dengan gas Ozone dan menyebabkan Ozone berkurang sehingga terbentuk lubang ozone. Melalui lubang ozone tersebut, cahaya ultraviolet mencapai bumi dan mengakibatkan tumbuhan menjadi kerdil, alga di laut punah, terjadi mutasi genetik (perubahan sifat organisme), menyebabkan kanker kulit dan mata. Menurut pengamatan, lubang ozone yang terjadi di atas kutub selatan semakin meluas.

e. Pencemaran Suara

Pencemaran suara dapat ditimbulkan oleh adanya suara bising yang disebabkan oleh suara mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, pesawat, kendaraan bermotor yang berlalu-lalang, dan suara kereta api



sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep 48/MENLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan menyebutkan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Suara-suara bising ini dapat menyebabkan terganggunya pendengaran manusia. Selain itu, lama-kelamaan suara bising ini akan menimbulkan berbagai keluhan pada tubuh kita, misalnya, pusing, mual, jantung berdebar-debar, sulit tidur, badan kaku, dan naiknya tekanan darah.

5. Kaidah-kaidah dalam Ekosistem

Di dalam ekosistem interaksi makhluk hidup (biotik) dengan lingkungannya (abiotik) akan mengikuti kaidah-kaidah alam sebagai berikut :

- a. Suatu Ekosistem diatur dan dikendalikan secara ilmiah
- b. Suatu Ekosistem mempunyai daya kemampuan yang optimal dalam keadaan berimbang. Di atas kemampuan tersebut ekosistem tidak lagi terkendali, dengan akibat menimbulkan perubahan perubahan lingkungan atau krisis lingkungan dan tidak lagi dalam keadaan lestari.
- c. Terdapat interaksi antara seluruh unsur-unsur lingkungan yang saling memengaruhi dan bersifat timbal balik.
- d. Interaksi terjadi antara: Komponen biotis dengan komponen abiotis, Sesama komponen biotis, Sesama komponen-komponen abiotis
- e. Interaksi itu senantiasa terkendali menurut suatu dinamika yang stabil, untuk suatu optimum mengikuti setiap perubahan yang dapat ditimbulkan terhadapnya dalam ukuran batas-batas kesanggupannya.
- f. Setiap ekosistem memiliki sifat yang khas disamping yang umum dan secara bersama-sama dengan ekosistem lainnya mempunyai peranan terhadap ekosistem keseluruhannya.
- g. Setiap ekosistem tergantung dan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tempat, waktu dan masing-masing membentuk basis-basis perbedaan di antara ekosistem itu sendiri sebagai pencerminan sifat-sifat yang khas.
- h. Antara satu dengan yang lainnya, masing-masing ekosistem juga melibatkan diri untuk memilih interaksinya pula secara tertentu.



Perubahan komposisi dan struktur dalam komunitas dapat dengan mudah diamati atauperlihat dan seringkali perubahan itu berupa pergantian satu komunitasoleh komunitas lain setelah beberapa gangguan, seperti kebakaran besaratau ledakan gunung berapi. Daerah yang terganggu itu bisa dikolonisasioleh berbagai varietas spesies, yang secara perlahan-lahan digantikan oleh suatu komunitas spesies lain.

Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan dapat terjadi:

- a. Secara alami (misalnya: akibat gempa bumi, gunung meletus, angin ribut dan banjir).
- b. Akibat perbuatan manusia (misalnya: akibat penebangan hutanuntuk pertanian, pembangunan rumah, jalan besar, pabrik, dan bendungan).

Perubahan lingkungan secara langsung ataupun tidak langsung akan memengaruhi kehidupan makhluk hidup. Sehubungan dengan itu, agar makhluk hidup bisa hidup normal maka perubahanlingkungan tidak boleh sampai keluar dari kisaran tertentu. Manusia dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungansecara aktif karena manusia mempunyai tingkat kemampuan berfikir (kecerdasan) yang lebih tinggi dari makhluk lain. Misalnya bila suhu terlalu rendah, manusia akan memakai pakaian hangat atau membuatapi unggul. Manusia mampu mengubah lingkungan misalnya pemberian pupuk, penghijauan, reboisasi, irigasi dan sebagainya untuk meningkatkan bidang pertanian dan melestraikan lingkungan. Sedangkan untuk mendukung peningkatan sumber daya perairan, manusia dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas perikanandengan proses pembibitan, pembudidayaan dan teknik akuakultur ikan di tambak secara tepat guna. Perubahan lingkungan oleh manusia, walaupun untuk kepentingan manusia sendiri, namun perlu diperhitungkan masak-masak, misalnya mendirikan pabrik, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif danmenurunkan daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan adalah ketersediaan sumber daya alam cukup ruang untuk memenuhikebutuhan dasar pada tingkat kestabilan sosial tertentu.



Gambar 35. Ekosistem Stabil

Lingkungan yang stabil adalah keseimbangan diantaranya komponen-komponen penyusunnya. Hutan yang tidak terganggu merupakan ekosistem yang stabil, adanya perubahan oleh manusia membuat ekosistem menjadi tidak stabil. Kestabilan kosistem dapat diukur juga pada skala yang lebih sempit. Sebagai contoh adalah habitat cacing tanah (*Pheretima* sp.) yang hidup ditanah yang lembab.

Tanah yang lembab memiliki suhu, kelembaban dan kandungan zat organik yang sesuai dengan kebutuhan hidup cacing tanah. Jika tanah tidak terganggu, maka kestabilan tetap terjaga. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa dalam sebuah ekosistem terjadi keseimbangan yang dinamis dalam bentuk saling ketergantungan komponen yang satu dengan komponen lainnya dan sebaliknya.

Contoh lain bentuk saling ketergantungan adalah ditemukan sumber alam berupa pupuk yang disebut *guano* di Peru pada akhir abad 19. Guano terbentuk akibat adanya *aliran Humbolt*, yaitu aliran air dari kutub selatan ke arah kutub utara sampai ke pantai Peru sehingga membawa banyak mineral fosfat dan nitrat.



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses, peserta diklat mengamati slide, gambar tentang Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses
2. Kemudian dilakukan tanya jawab tentang Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses
3. Peserta diklat diminta mengamati di lingkungan belajar / di luar kelas/taman/ lapangan/ kebun lapang/ hutan Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/ menggambar Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses di alam
4. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses di lingkungan diklat
5. peserta diklat melakukan praktikum, mengidentifikasi Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses di lingkungan diklat, dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- a. **Judul :** Menganalisis Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses
- b. **Tujuan :** Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu menganalisis Proses sukses yang terjadi di alam, jenis sukses, dan faktor-faktor yang menyebabkan sukses
- c. **Alat / bahan:**
 - Taman/ ladang/ kolam / sungai/ pantai/ sawah/ rawa / waduk
 - ATK
 - Loupe



d. Cara Kerja:

- Datanglah ke taman/ ladang/ sawah/ kolam / pantai/ rawa/ waduk
 - Amatilah hewan/ tumbuhan/ mikroorganisme yang hidup ada lingkungan
 - Amatilah hewan atau tumbuhan yang jenis baru tumbuh / hidup di ekosistem tersebut
 - Catatlah jenis perubahan dan tumbuhnya spesies baru pada ekosistem yang telah mengalami perubahan/ hidup sebagai populasi primer
6. Buatlah laporan dan gambarkan Proses suksesi yang terjadi di alam , jenis suksesi, dan faktor – faktor yang menyebabkan suksesi Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang mengidentifikasi hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup ,dan dikumpulkan kepada fasilitator
 7. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang mengidentifikasi Proses suksesi yang terjadi di alam , jenis suksesi, dan faktor – faktor yang menyebabkan suksesi
 8. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang mengidentifikasi Proses suksesi yang terjadi di alam , jenis suksesi, dan faktor – faktor yang menyebabkan suksesi
 9. Peserta diklat menyimpulkan tentang Proses suksesi yang terjadi di alam , jenis suksesi, dan faktor – faktor yang menyebabkan suksesi
 10. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
 11. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang Proses suksesi yang terjadi di alam , jenis suksesi, dan faktor – faktor yang menyebabkan suksesi dan menyampaikan materi yang belum jelas
 12. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
 13. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes



E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat !

1. Di suatu padang rumput, terdapat sekumpulan sapi, rumput, pohon jambu, semut, dan seorang penggembala. Sekumpulan sapi di padang rumput tersebut merupakan
 - a. spesies
 - b. populasi
 - c. komunitas
 - d. ekosistem
 - e. biosfer
2. Ekosistem dikatakan seimbang dan dinamis jika
 - a. tidak terjadi persaingan antarindividu didalamnya
 - b. jumlah produsen tidak melimpah
 - c. jumlah konsumen melimpah
 - d. jumlah pengurai seimbang dengan produsen
 - e. jumlah semua komponen ekosistem sesuai dengan fungsi masing-masing
3. Suksesi adalah
 - a. proses perubahan yang memakan waktu sangat lama
 - b. proses perubahan ekosistem karena pengaruh lingkungan sekitar
 - c. proses perubahan menjadi ekosistem baru yang lebih sempit
 - d. proses perubahan yang melibatkan semua komponen
 - e. proses perubahan komunitas menuju satu arah secara teratur
4. Suksesi primer terjadi jika
 - a. komunitas asal terbentuk tanpa adanya perubahan
 - b. komunitas asal hilang karena perubahan alam yang alami
 - c. komunitas asal terganggu karena tindakan manusia
 - d. komunitas asal tidak ada perubahan apa-apa
 - e. komunitas asal terganggu oleh predator



5. Berikut yang termasuk polusi udara adalah
 - a. asap dari kebakaran hutan
 - b. naiknya suhu bumi
 - c. blooming alga
 - d. suara bising di pabrik-pabrik
 - e. konsentrasi DDT dalam sayuran
6. Di antara tingkatan tropik berikut yang bebas daripemangsa adalah
 - a. produsen
 - b. konsumen pertama
 - c. konsumen kedua
 - d. predator puncak
 - e. herbivora
7. Berikut ini merupakan ciri-ciri berbagai bioma:
 1. Curah hujan tinggi
 2. Curah hujan rendah
 3. Jenis tumbuhan heterogen
 4. Tumbuhan kelas epifit
 5. Matahari bersinar sepanjang tahun
 6. Porositas dan drainase kurang baikCiri bioma hutan hujan tropis adalah
 - a. 1, 2, 3, dan 5
 - b. 1, 3, 4, dan 5
 - c. 2, 3, 4, dan 5
 - d. 2, 3, 5, dan 6
 - e. 3, 4, 5, dan 6
8. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Proses perubahan bentuk energy dari satu bentuk ke bentuk lain disebut
 - a. daur materi
 - b. daur air
 - c. aliran energi
 - d. daur biogeokimia
 - e. efektivitas



9. Di dalam satu populasi terdapat banyak
 - a. genetik
 - b. ekosistem
 - c. habitat
 - d. spesies
 - e. individu

10. Sampah organic yang dibuang ke kolam akan mengakibatkan
 - a. kadar O₂ meningkat
 - b. kadar O₂ berkurang
 - c. kadar P berkurang
 - d. kadar P meningkat
 - e. kadar bahan organic bertambah

F. Rangkuman

Perubahan komposisi dan struktur dalam komunitas dapat dengan mudah diamati atau terlihat dan seringkali perubahan itu berupa pergantian satu komunitas oleh komunitas lain setelah beberapa gangguan, seperti kebakaran besar atau ledakan gunung berapi. Daerah yang terganggu itu bisa dikolonisasi oleh berbagai varietas spesies, yang secara perlahan-lahan digantikan oleh suatu komunitas spesies lain. Dinamika di alam adalah suatu kenyataan yang tidak dapat diingkari. Segala sesuatu yang sekarang ada sebenarnya hanyalah merupakan suatu stadium dari deretan proses perubahan yang tidak pernah ada akhirnya. Keadaan keseimbangan yang tampaknya begitu mantap, hanyalah bersifat relatif karena keadaan itu segera akan berubah jika salah satu dari komponennya mengalami perubahan.

Lucy E. Braun (1956) mengatakan bahwa vegetasi merupakan sistem yang dinamik, sebentar menunjukkan pergantian yang kompleks kemudian tampak tenang, dan bila dilihat hubungan dengan habitatnya, akan tampak jelas pergantianya setelah mencapai keseimbangan. Pengamatan yang lama pada pergantian vegetasi di alam menghasilkan konsep suksesi.



Komunitas yang terdiri dari berbagai populasi bersifat dinamis dalam interaksinya yang berarti dalam ekosistem mengalami perubahan sepanjang masa. Proses perubahan atau perkembangan ekosistem atau komunitas yang berlangsung menuju kedewasaan dan keseimbangan kesatu arah yang berlangsung lambat secara teratur, pasti, dan terarah serta dapat diramalkan disebut SUKSESI.

Suksesi terjadi akibat dari modifikasi lingkungan fisik dalam komunitas atau ekosistem, dan terjadinya faktor per-saingan di antara satuan-satuan vegetasi menyebabkan perubahan kearah tertentu. Proses suksesi berakhir dengan sebuah komunitas mantap (EKOSISTEM KLIMAKS), akibat telah tercapai keadaan seimbang (HOMEOSTATIS).

Suksesi vegetasi menurut Odum (1971) adalah urutan proses pergantian komunitas tanaman di dalam satu kesatuan habitat, adanya pergantian komunitas cenderung mengubah lingkungan fisik sehingga habitat cocok untuk komunitas lain sampai keseimbangan biotik dan abiotik tercapai, sedangkan menurut Salisbury adalah kecenderungan kompetitif setiap individu dalam setiap fase perkembangan sampai mencapai klimaks, dan menurut Clements (1974) adalah proses alami dengan terjadinya koloni yang bergantian, biasanya dari koloni sederhana ke yang lebih kompleks.

Sebuah komunitas terbentuk melalui serangkaian proses yang disebut suksesi suksesi. Dibedakan atas 2 bentuk, yaitu suksesi primer dan suksesi sekunder.



G. Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat mengidentifikasi Proses suksesi di alam		
2	Dapat mengidentifikasi jenis suksesi primer dan contohnya		
3	Dapat mengidentifikasi jenis suksesi secunder dan memberikan contoh		
4	Dapat memahami konsep klimaks		
5	Dapat menganalisis gangguan dan ketidakseimbangan ekosistem		
6	Dapat menganalisis dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem		
7	Dapat menganalisis penyebab terjadinya sussesi		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Kunci Jawaban

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1.

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

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2.

Hakekat ekologi dan saling ketergantungan antar makluk hidup

1. B
2. C
3. E
4. C
5. B
6. E
7. A
8. A

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3

Kunci jawaban pertumbuhan dan perkembangan hewan

1. C
2. E
3. A
4. B
5. A



6. D
7. B
8. A
9. D
10. B

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4

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

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 5.

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



Evaluasi

Jawablah Pertanyaan berikut!

A. Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat!

1. Bila karbondioksida dalam ekosistem jumlahnya makin berkurang, maka makhluk hidup yang pertama-tama akan mengalami dampak negatif adalah...
 - a. pengurai
 - b. karnivora
 - c. produsen
 - d. karnivora puncak
 - e. herbivora
2. Salah satu alasan mengapa kita harus berusaha untuk melestarikan lingkungan adalah untuk
 - a. meningkatkan usaha pariwisata
 - b. melindungi kehidupan margasatwa
 - c. meningkatkan hasil produksi pangan
 - d. menambah devisa negara
 - e. menjaga keseimbangan antara lingkungan biotik dan abiotic
3. Dalam suatu ekosistem yang tercemar DDT hidup berbagai komponen organik, antarnya: rumput, cacing, tikus, ular, burungbiji, kelinci, serigala. Akumulasi DDT paling tinggi terdapat pada tubuh
 - a. rumput
 - b. cacing
 - c. kelinci
 - d. serigala
 - e. tikus



4. Didalam suatu ekosistem yang normal, kelompok makhluk hidup yang paling kecil bio massanya adalah
 - a. pengurai
 - b. konsumen III
 - c. produsen
 - d. konsumen IV
 - e. konsumen II
5. Dalam suatu ekosistem kolam terdapat: 1. ikan karnivora, 2.bakteri pengurai, 3. fitoplankton, 4. ikan herbivora, 5. zat-zatorganik. Dari komponen ekosistem tersebut dapat disusun suatu mata rantai makanan
 - a. 3-4-5-1-2
 - b. 3-4-1-2-5
 - c. 2-5-3-4-1
 - d. 5-3-4-1-2
 - e. 5-3-4-2-1
6. Iklim di daerah pegunungan berbeda dengan daerah hutandataran rendah. Penentu iklim dalam hal ini adalah
 - a. letak geografis
 - b. suhu
 - c. letak topografi
 - d. curah hujan
 - e. intensitas cahaya
7. Dalam siklus unsur, di alam sumber oksigen yang utama adalah....
 - a. aktivitas produsen
 - b. aktivitas konsumen
 - c. aktivitas dekomposer
 - d. denitrifikasi
 - e. dekomposisi



8. Interaksi yang terjadi antara rayap dan flagelata di dalam ususnya termasuk interaksi
 - a. predasi
 - b. parasitisme
 - c. kompetisi
 - d. komensalisme
 - e. mutualisme
9. Interaksi merupakan ganguan bagi A, B tidak berpengaruh merupakan interaksi bersifat
 - a. amensalisme
 - b. komensalisme
 - c. mutualisme
 - d. parasitisme
 - e. predatorisme
10. Ketersediaan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan dasar dan tersedianya cukup ruang untuk hidup pada tingkat kestabilan sosial tertentu disebut
 - a. kualitas lingkungan
 - b. kuantitas lingkungan
 - c. parameter lingkungan
 - d. daya dukung lingkungan
 - e. siklus lingkungan
11. Adaptasi tumbuhan menahun di gurun mempunyai daun yang
 - a. berbentuk duri
 - b. lebar dan tipis
 - c. lebar dan tebal
 - d. kecil dan tipis
 - e. pita dan panjang



12. Adaptasi ikan dengan tekanan osmotik air laut dilakukan dengan cara
 - a. sedikit minum, banyak buang urine
 - b. banyak minum, sedikit buang urine
 - c. sedikit membuang urine, banyak buang garam
 - d. banyak membuang urine, dan garam
 - e. garam laut disaingi insang secara aktif
13. Jenis ikan pada perairan laut yang memanfaatkan plankton sebagai makanannya, dapat ditemukan pada zona pada
 - a. batial
 - b. pantai
 - c. abisal
 - d. limnetik
 - e. Afotik
14. Serangan hama ulat pada pertanaman cabai, mengakibatkan kerugian yang besar. Dengan penyemprotan pestisida pada awalnya berhasil dengan baik, namun dengan ditanamnya cabai yang terus-menerus, ternyata populasi hama terus meningkat. Penyemprotan dengan pestisida tidak berpengaruh nyata. Bagaimana teori seleksi alam Darwin dihubungkan dengan peristiwa tersebut...
 - a. Sebagian kecil populasi ulat dapat bertahan hidup karena resistensi tinggi
 - b. Migrasi ulat yang terus-menerus sepanjang waktu
 - c. Sebagian populasi ulat terisolasi saat penyemprotan
 - d. Populasi meningkat dratis karena ada makanan yang melimpah
 - e. Sebagian ulat sudah berubah bentuk
15. Tumbuhan semusim berumur pendek dan bijinya akan tumbuh tiap datang musim penghujan, merupakan cirri dari bioma
 - a. hutan tropis
 - b. padang rumput
 - c. gurun
 - d. taiga
 - e. hutan gugur



16. Ikan-ikan besar yang hidup di daerah neritik dan litoral perlu mengadakan adaptasi berikut ini, kecuali....
 - a. fisiologi
 - b. behaviour
 - c. anatomi
 - d. klimatologi
 - e. Morfologi
17. Pada perjalanan suatu suksesi, yang biasanya menjadi pelopor adalah ...
 - a. lumut
 - b. tumbuhan berkayu
 - c. tumbuhan hijau
 - d. cendawan
 - e. bakteri fotosintetik
18. Ciri khas suatu rantai makanan adalah....
 - a. adanya aliran energi: produsen-konsumen
 - b. aliran energi pindah: konsumen-produsen
 - c. adanya materi biotik
 - d. aliran energi yang tetap
 - e. energi selalu berasal dari cahaya matahari
19. Gurun adalah suatu habitat alami yang memiliki sifat suhu yang tinggi pada siang hari, dingin pada malam hari, dan kurang air, sehingga di tempat itu jarang dijumpai....
 - a. mamalia
 - b. ular
 - c. insekta
 - d. amfibia
 - e. rodentia



20. Untuk beradaptasi dengan defisiensi air, tumbuhan menahun digurun mempunyai daun yang
- a. menyerupai duri
 - b. sempit dan tipis
 - c. lebar dan tebal
 - d. tipis sekali
 - e. lebar dan tipis



Penutup

Demikian modul ini dibuat sebagai pendukung diklat guru mata pelajaran biologi bidang agrobisnis dan agroteknologi, semoga bermanfaat meningkatkan kompetensi guru yang menggunakan .

Modul ini masih jauh dari kesempurnaan untuk selanjutnya saran dan masukan yang bersifat membangun dari pengguna sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya disampaikan terima kasih.



Daftar Pustaka

- Campbell, J.B. Reace,L.G, dan Mitchel.2000.Biologi, Edisi Ke lima , Jilid 3
Jakarta , Erlangga
- Cleon W Ross, Fisiologi Tumbuhan, ITB Bandung. 1995
- Drs. Bagod Sudjadi, M.Ed. Biologi, Sains dalam Kehidupan, Yudhistira, 2002
- D.A Pratiwi, Srimaryati, Srikini dkk, Biologi SMA jilid 3 untuk kelas XII , penerbit
Erlangga ,2006
- Estiti B Hidayat, Anatomi Tumbuhan Berbiji, ITB Bandung 1995
- Nunung Nurhayati, dkk, Biologi SMA Kelas XII, Yrama Widya, 2015
- Iwang Gumilar gumilaring@yahoo.com
- Kasijian R, Sri Juwana, Biologi Laut, *Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*,
Djambatan, Jakarta 2005.
- Kurniati, Metty, Ir.MS., Suwarsono Hddy, Ir. MS, *Prinsip-prinsip Dasar Ekologi*,
Suatu Bahasan Tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya
- Radiopoetro, *Zoologi*, Penerbit Erlangga,1990.
- Siregar, Amelia Z. dkk, *Biologi Pertanian SMK*, Direktorat Pendidikan Nasional,
2008.
- Sumarwoto, Otto, *Analisis Dampak Lingkungan*, Cetakan ke-5, Penerbit Gajah
Mada University Press, 1992.
- Soeriaatmadja, RE. Prof.Dr., *Ilmu Lingkungan*, Cetakan ke-7, Penerbit ITB,1997
- Yempita, *Biologi Perikanan*, Universitas Bung Hatta, Jakarta, 2007.
- Kustejo. 2009. Modul 3 Ilmu Pengetahuan Alam SMK. SMK Muhammadiyah 3 :
Yogyakarta.
- Woodward, J dan Green, J. 2010. Materi Biologi! Volume 10 EKOLOGI. Pakar
Raya: Yogyakarta.
- <http://aslam02.wordpress.com/materi/kelas-x-2/ekosistem/macam-ekosistem/>



Glosarium

Abisal	: daerah yang lebih dalam dan lebih jauh dari pantai
Afotik	: daerah yang sama sekali gelap
Amnensalisme	: Interaksi merupakan gangguan bagi satu makhluk hidup tapi tidak berpengaruh pada makhluk hidup lainnya
Anabolisme	: penyusunan senyawa-senyawa organik dari senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks menggunakan energi
Anatomi	: susunan tubuh makhluk hidup
Aneuploidi	: perubahan set kromosom
Aneusomi	: jumlah autosom maupun gonosomnya dapat berkurang atau bertambah dari normal
Applied Science	: ilmu terapan
Batial	: daerah yang kedalamannya \pm 200-2500 m
Bentos	: hewan-hewan yang melekat atau beristirahat padadasar atau hidup pada endapan
Biogas	: pembuatan gas yang memanfaatkan mikroorganisme
Biokatalisator	: sifat enzim yang mempercepat suatu reaksi tetapi tidak ikut bereaksi
Bioenergi	: energi hasil dari proses biologi
Biomassa	: bobot makhluk hidup persatuan luas ekosistem
Bioma	: ekosistem dalam skala besar yang melibatkan iklim akibat perbedaan letak geografis
Blastospora	: spora aseksual yang dihasilkan dengan cara berkuncup, contohnya pada khamir
Breeding	: proses perkawinan silang pada makhluk hidup
Daur ulang	: salah satu cara untuk mengolah sampah organic dan anorganik menjadi benda-benda yang bermanfaat
Daya dukung	: ketersediaan sumber daya alam, cukup ruang untuk memenuhi kebutuhan dasar pada tingkat kestabilan sosial tertentu



Daya lenting	: kemampuan lingkungan untuk pulih kembali pada keadaan seimbang jika mengalami perubahan atau ganguan.
Determinasi	: membandingkan ciri-ciri morfologi makhluk hidup yang berlawanan
Ekosistem	: suatu kondisi hubungan interaksi antara faktor biotik dengan faktor abiotic
Ekologi	: ilmu yang mempelajari hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya
Elastis	: bersifat lentur
Eukariotik	: makhluk hidup yang memiliki membran inti sel
Fagotrof	: makhluk hidup makro konsumen
Fermentasi	: perubahan enzimatik dan anaerob dari substansi organik oleh mikroorganisme untuk menghasilkan zat organik yang lebih sederhana
Fotik	: daerah yang masih dapat diterangi sinar matahari
Fototropisme	: gerak tumbuh bagian tubuh tumbuhan karena rangsang cahaya.
Food chain	: Proses transfer energi makanan dari sumbernya (tumbuhan) melalui serangkaian makhluk hidup yang dimakan dan memakan
Hiperparasit	: parasit yang hidup pada parasit lainnya, contoh <i>Vicum</i> sp pada benalu
Hujan asam	: sulfur dioksida (SO ₂) dan nitrogen dioksida (NO ₂) bereaksi di udara membentuk asam yang jatuh kebumi bersama dengan hujan dan salju
Identifikasi	: menelaah sifat-sifat suatu makhluk hidup untuk menentukan namanya dari hasil pengamatan morfologi (pencandraan)
Incineration	: proses penghancuran sampah padat dibakar didalam alat incinerator
Insectivor	: tumbuhan yang dapat menangkap serangga sebagai sumber nitrogen
Involunter	: mekanisme kerja saraf tidak sadar



Irreversibel	: kemampuan dinding sel dan plasma sel menyerap air dari luar sel
Komensalisme	: hubungan simbiosis antara dua makhluk hidup, satu makhluk hidup mendapat keuntungan sedangkan pasangannya tidak terpengaruh
Kompetisi	: persaingan antar anggota satu spesies atau yang berbeda spesies
Komunitas	: sekelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai populasi yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu.
Kongugasi	: penggabungan materi DNA
Kopulasi	: transfer sel sperma atau sel telur ke makhluk hidup lain
Lentik	: ekosistem air tawar yang airnya tenang
Lotik	: ekosistem air tawar yang berganti-ganti antara air tenang dan air Deras
Limbah anorganik	: limbah yang dihasilkan dari bahan-bahan anorganik, yang tidak dapat diolah, contohnya plastik, kaleng, aluminium
Limbah organic	: limbah yang dihasilkan dari bahan-bahan organik, dapat diolah kembali.
Lingkungan	: interaksi antara faktor biotik dan abiotik dengan makhluk hidup
Limnetik	: daerah air terbuka yang mendapat sinar matahari efektif
Litoral	: daerah yang berbatasan dengan darat.
Mutualisme	: hubungan yang saling menguntungkan kedua pihak
Neritik	: daerah yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai dasar (± 200 m)
Neuston	: jenis hewan yang beristirahat atau berenang di permukaan air
Netralisme	: interaksi yang tidak memengaruhi kedua pihak (bersifat netral)
Nekrosis tulang	: sel-sel mati pada jaringan tulang
Nits	: lingkungan kecil (mikro environment) yang khusus bagi suatu jenis makhluk hidup
Nukleosida	: nukleotida tanpa fosfat



Ozon	: lapisan gas yang menyelimuti bumi pada ketinggian ± 30 km diatas bumi.
Parasitisme	: makhluk hidup yang merugikan makhluk inangnya
Parasit Fakultatif	: makhluk hidup saprofit yang dapat juga berperan sebagai parasit dalam keadaan lingkungan tertentu, contohnya cendawan pada tanaman tembakau atau tomat
Parasit Obligat	: parasit yang hanya dapat hidup pada makhluk hidup yang lain, contoh tali putri
Pencemaran	: perubahan yang tidak diinginkan pada lingkungan yang meliputi udara, daratan, air secara fisik, kimia, atau pun biologi
Perifiton	: tumbuhan maupun hewan yang melekat atau bertengger pada batang, daun, akar tumbuhan atau pada permukaan benda lain
Piramida biomassa	: makin rendah tingkatan tropiknya makin besar biomassanya, meskipun jumlah individu mungkin sedikit
Piramida energi	: proses perpindahan energi melalui tiap tingkatan tropik yang semakin lama semakin kecil
Piramida jumlah	: makin rendah tingkatan tropiknya makin besar jumlah individunya
Predasi	: interaksi antar spesies, satu spesies yaitu predator memangsa (memakan) spesies yang lainnya yaitu mangsa
Populasi	: sekelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai kumpulan yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu
Saprofit	: makhluk hidup yang hidup dari bahan organik mati

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN
AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id