



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
X



EKOSISTEM
MAPEL BIOLOGI
KELAS X

PENYUSUN
Khoirul Huda, S.Pd., M.Pd
SMA Negeri 1 Lamongan

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	7
PENDAHULUAN	8
A. Identitas Modul	8
B. Kompetensi Dasar	8
C. Deskripsi Singkat Materi	8
D. Petunjuk Penggunaan Modul	9
E. Materi Pembelajaran	9
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	10
Komponen Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen Biotik	10
A. Tujuan Pembelajaran	10
B. Uraian Materi	10
C. Rangkuman	22
D. Penugasan	22
E. Latihan Soal	23
F. Penilaian Diri	27
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	29
Piramida Ekologi dan Produktifitas Ekosistem	29
A. Tujuan Pembelajaran	29
B. Uraian Materi	29
C. Rangkuman	33
D. Penugasan Mandiri	34
E. Latihan Soal	34
F. Penilaian Diri	37
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	38
Daur Biogeokimia dan Perubahan Ekosistem	38
A. Tujuan Pembelajaran	38
B. Uraian Materi	38
C. Rangkuman	44
D. Latihan Soal	44
E. Penilaian Diri	47

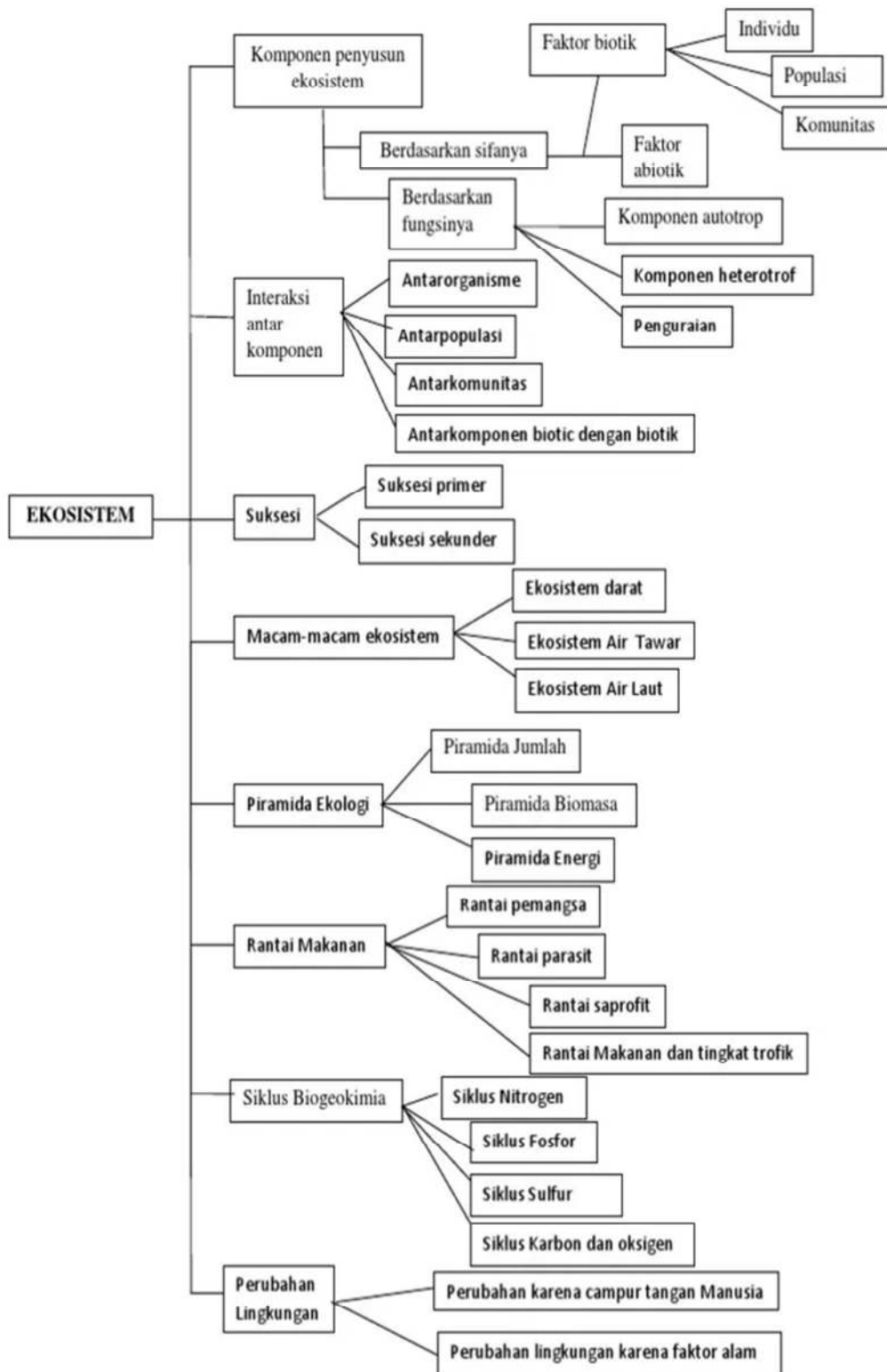
EVALUASI	48
DAFTAR PUSTAKA.....	54

GLOSARIUM

Abiotik	: Komponen ekosistem dari benda mati.
Alelopati	: Interaksi antarpopulasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain.
Autotrof	: Organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri.
Abisal	: Daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
Biotik	: Komponen ekosistem dari makhluk hidup.
Bioma	: Ekosistem darat yang khas pada wilayah tertentu dan dicirikan oleh jenis vegetasi yang dominan di wilayah tersebut.
Bentik	: Daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.
Batial	: Daerah lereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m.
Biomassa	: Massa kering organisme.
Biogeokimia	: Siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah tempat melalui organisme sebagai perantara kemudian senyawa ini kembali ke lingkungan fisik.
Bentos	: Hewan dan tumbuhan yang hidup di dasar atau hidup pada endapan. Bentos dapat sessil (melekat) atau bergerak bebas, misalnya cacing dan remis.
Dekomposer	: Disebut juga pengurai yaitu organisme yang mampu merombak sisa produk organisme / organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik.
Detritivor	: Organisme yang memakan serpihan-serpihan organik dari suatu organisme.
Ekosistem	: Kesatuan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang di dalamnya terdapat hubungan dan interaksi yang sangat erat dan saling memengaruhi.
Eutrofik	: Danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif.
Heterotorf	: Organisme yang memanfaatkan senyawa organik dari makhluk hidup lain.
Hadal	: Bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 meter.
Individu	: Organisasi makhluk hidup terdiri dari kesatuan sistem organ.
Intertidal	: Area pasang surut air laut disepanjang garis pantai
Jaring-jaring makana	: Kesatuan dari rantai-rantai makanan yang kompleks.
Komensalisme	: Hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, salah satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan.
Konsumen	: Organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain.
Komunitas	: Organisasi makhluk hidup terdiri dari populasi-populasi.
Kompetisi	: Interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat

	kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan.
Litoral	: Daerah pasang surut yang berbatasan dengan darat.
Limnetik	: Daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari.
Mutualisme	: Hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies yang saling menguntungkan kedua belah pihak.
Mesopelagik	: Daerah dibawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m.
Nekton	: Hewan yang aktif berenang dalam air, misalnya ikan.
Neuston	: Organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air atau bertempat pada permukaan air, misalnya serangga air.
Netral	: Hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak.
Neritik	: zona diantara intertidal dan pelagik. Kedalaman rata-rata zona laut dangkal ini adalah sekitar 200 m.
Oligotrofik	: Danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif.
Populasi	: Organisasi makhluk hidup terdiri dari individu-individu sejenis.
Produsen	: organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan senyawa an organik dengan bantuan energi matahari.
Predasi	: Hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator).
Parasitisme	: Hubungan antarorganisme yang berbeda spesies, bila salah satu organisme hidup pada organisme lain dan mengambil makanan dari hospes/inangnya sehingga bersifat merugikan inangnya.
Plankton	: Terdiri atas fitoplankton dan zooplankton, biasanya melayang-layang (bergerakpasif) mengikuti gerak aliran air.
Perifiton	: Tumbuhan atau hewan yang melekat/bergantung pada tumbuhan atau benda lain, misalnya keong.
Profundal	: Bagian dari zona benthal di bagian perairan yang dalam dan tidak dapat ditembus lagi oleh cahaya matahari.
Rantai makanan	: Perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu.
Suksesi	: Perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur disebut suksesi.
Trofik	: Fungsi atau kedudukan organisme di ekosistem.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 9 JP
Judul Modul	: Ekosistem

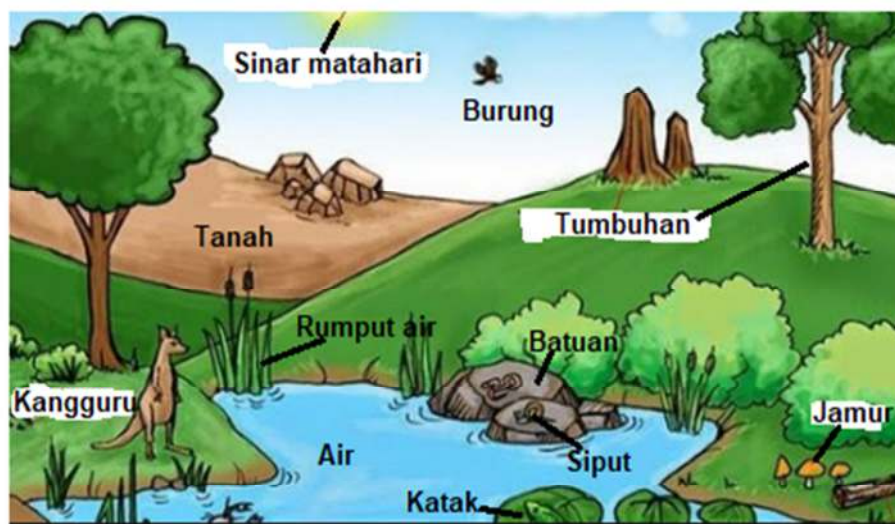
B. Kompetensi Dasar

- 3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut.
- 4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus Biogeokimia)

C. Deskripsi Singkat Materi

Untuk mempelajari ekosistem, alangkah lebih baik kalau Anda memperhatikan lingkungan di sekitar rumah masing-masing. Tentunya lingkungan tersebut merupakan sebuah ekosistem yang di dalamnya dijumpai komponen-komponen penyusun ekosistem yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik.

Untuk mempermudah pemahaman Anda tentang komponen-komponen ekosistem di lingkungan Anda, cermati gambar sebuah ekosistem di darat berikut.



Ekosistem darat

Sumber: itms.co.id

Apa saja komponen-komponen biotik dan abiotik yang menyusun ekosistem tersebut?

Ekosistem adalah interaksi antar organisme dalam sebuah komunitas yang dengan lingkungannya terjadi antar hubungan. Jadi di dalam ekosistem tidak hanya meliputi komunitas organisme atau faktor biotik saja tetapi juga ada faktor abiotik, misalnya cahaya matahari, batuan, tanah, udara, dan air.

Setiap organisme hidup (biotik) di lingkungan selalu berinteraksi dengan faktor-faktor fisik dan kimia yang biasa disebut faktor abiotik. Faktor biotik dengan abiotik saling mempengaruhi atau saling mengadakan pertukaran material yang merupakan suatu sistem. Sistem yang demikian disebut ekosistem. Jadi komunitas dengan lingkungan fisiknya membentuk ekosistem.

Untuk menjelaskan konsep ekosistem maka modul ini akan membahas komponen-komponen penyusun ekosistem, macam interaksi yang ada di ekosistem dan pola interaksi dalam ekosistem (rantai makanan, jaring-jaring makanan, daur materi, daur energi, piramida ekologi, dan daur biogeokimia). Sebelum mempelajari materi ini, maka pemahaman tentang organisasi kehidupan sangat diperlukan. Untuk menyelesaikan pembelajaran pada modul ini, anda akan melalui tiga kegiatan pembelajaran yaitu kegiatan pembelajaran 1, kegiatan pembelajaran 2, dan kegiatan pembelajaran 3.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut:

- a. Bacalah modul ini secara berurutan dan pahami isinya.
- b. Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan.
- c. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi anda berkembang sesuai kompetensi yang diharapkan.
- d. Setiap mempelajari materi, anda harus mulai dari menguasai pengetahuan pendukung (uraian materi), melaksanakan tugas-tugas, dan mengerjakan lembar latihan.
- e. Dalam mengerjakan lembar latihan, Anda jangan melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum Anda menyelesaikan lembar latihan.
- f. Laksanakan lembar kerja untuk pembentukan keterampilan sampai anda benar-benar terampil sesuai kompetensi.
- g. Konsultasikan dengan guru apabila Anda mendapat kesulitan dalam mempelajari modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama :

- Komponen-komponen ekosistem
- Interaksi antar komponen biotik di ekosistem
- Macam-macam ekosistem
- Aliran energi dalam ekosistem

Kedua :

- Piramida ekologi
- Produktifitas ekosistem

Ketiga :

- Daur biogeokimia
- Perubahan ekosistem

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Komponen Ekosistem dan Interaksi Antar Komponen Biotik

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Anda dapat:

1. Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem.
2. Menjelaskan tipe-tipe interaksi antar komponen biotik.
3. Menggambar skema pola interaksi antar komponen biotik menjadi rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

B. Uraian Materi

1) Komponen-Komponen Ekosistem

Ekosistem diartikan sebagai kesatuan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang di dalamnya terdapat hubungan dan interaksi yang sangat erat dan saling memengaruhi. Ekosistem terdiri dari berbagai unsur yang membentuk tata lingkungan. Komponen ekosistem yang dikenal di alam ini adalah komponen biotik dan komponen abiotik.

Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang tergolong makhluk hidup. Menurut perannya komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen, dekomposer dan detritivor.

- a. Produsen : yaitu organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan senyawa an organik dengan bantuan energi matahari.
- b. konsumen : organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain.
- c. dekomposer : di sebut juga pengurai yaitu organisme yang mampu merombak sisa produk organisme/organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik.
- d. detritivor : organisme yang memakan serpihan-serpihan organik dari suatu organisme.

Berdasarkan cara memperoleh makanannya komponen biotik dibagi komponen autotrof (Auto = sendiri dan trophikos = menyediakan makan). Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri. Komponen autotrof berperan sebagai produsen, contohnya tumbuh-tumbuhan hijau. Selain itu ada komponen heterotroph (*Heteros* = berbeda, trophikos = makanan). Heterotrof (konsumen) merupakan organisme yang memanfaatkan senyawa organik dari makhluk hidup lain. Contohnya berbagai jenis hewan.

Komponen abiotik adalah komponen materi yang tergolong makhluk tak hidup, misalnya : cahaya matahari, tanah, air, kelembaban , dan iklim.

2) Interaksi Antar Komponen Ekosistem

Interaksi antar komponen ekosistem dapat merupakan interaksi antar biotik dengan biotik ataupun biotik dengan abiotik.

- a. Interaksi antara komponen biotik dengan biotik

Interaksi ini bisa terjadi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas.

1) Interaksi antar organisme

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 antarorganisme dapat dikategorikan sebagai berikut.

- a) Netral
Hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama, yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak, disebut netral. Contohnya : antara capung dan sapi, ayam dan kucing.
- b) 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 : Singa dengan mangsanya, yaitu kijang, rusa, dan burung hantu dengan tikus.
- c) 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, nyamuk anopheles dengan manusia
- d) Komensalisme
Komensalisme merupakan hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, salah satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan. Contohnya anggrek dengan pohon yang ditumpanginya, ikan hiu dengan ikan remora.
- e) Mutualisme
Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies yang saling menguntungkan kedua belah pihak. Contoh: bakteri Rhizobium yang hidup pada bintil akar kacang-kacangan, bunga dan lebah.

2. Interaksi antar populasi

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

- a) Alelopati
Alelopati merupakan interaksi antarpopulasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain. Contohnya, di sekitar pohon walnut (*juglans*) jarang ditumbuhi tumbuhan lain karena tumbuhan ini menghasilkan zat yang bersifat toksik. Pada mikroorganisme istilah alelopati dikenal sebagai anabiosa. Contoh, jamur *Penicillium sp.* dapat menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.
- b) Kompetisi
Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput, persaingan hewan jantan memperebutkan wilayah atau pasangan.

3. 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

- b. Interaksi antara komponen biotik dengan komponen 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.

3) **Macam-Macam Ekosistem**

Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.

a. Ekosistem Darat

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma. Bioma yaitu ekosistem darat yang khas pada wilayah tertentu dan dicirikan oleh jenis vegetasi yang dominan di wilayah tersebut. Batas antara dua bioma disebut ecotone. Jenis-jenis bioma adalah sebagai berikut :

1) Bioma gurun

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

Ciri-ciri :

- 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 dan malam dapat turun sampai 0°C).
- Tanah sangat tandus karena tidak mampu menyimpan air.
- Flora: tumbuhan yang tumbuh adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering (tumbuhan serofit), seperti kaktus.
- 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.

2) Bioma padang rumput

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

Ciri-ciri :

- 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 menyebabkan porositas dan drainase kurang baik sehingga tumbuh-tumbuhan sukar mengambil air.
- 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, *prairi* 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. Juga terdapat karnivora seperti hewan singa, serigala, anjing liar, dan cheetah.

3) Bioma Hutan Basah/Bioma Hutan Tropis

Bioma hutan tropis merupakan bioma yang 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, serta lembah Kongo di Afrika.

Ciri-ciri :

- Curah hajannya 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.
- Mempunyai iklim mikro : iklim di sekitar organisme
- Flora: 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 membelit di permukaan hutan, contoh: rotan. Epifit adalah tumbuhan yang menempel pada batang-batang pohon, dan tidak merugikan pohon tersebut, contoh: Anggrek dan 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, dan macan tutul.

4) Bioma hutan gugur

Ciri khas bioma 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 :

- 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.
- Pohon sedikit (10-20) dan tidak terlalu rapat.
- Hewan yang terdapat di hutan gugur antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakun (sebangsa luwak).

5) Bioma taiga/Konifer

Bioma ini kebanyakan terdapat di daerah antara subtropika dengan daerah kutub, seperti di daerah Skandinavia, Rusia, Siberia, Alaska, dan Kanada.

Ciri-ciri :

- Perbedaan antara suhu musim panas dan musim dingin cukup tinggi, pada musim panas suhu tinggi, pada musim dingin suhu sangat rendah.
- Pertumbuhan tanaman terjadi pada musim panas yang berlangsung antara 3 sampai 6 bulan.

- Flora : Flora khasnya adalah pohon berdaun jarum/pohon konifer, contoh pohon konifer adalah *Pinus merkusii* (pinus). Keanekaragaman tumbuhan di bioma taiga rendah, vegetasinya nyaris seragam, dominan pohon-pohon konifer karena nyaris seragam, hutannya disebut hutan homogen.
 - Fauna : Fauna yang terdapat di daerah ini adalah beruang hitam, ajak, srigala dan burung-burung yang bermigrasi kedaerah tropis bila musim dingin tiba. Beberapa jenis hewan seperti tupai dan mamalia kecil lainnya maupun berhibernasi pada saat musim dingin.
- 6) Bioma tundra/Kutub
- Bioma ini terletak di kawasan lingkungan kutub utara sehingga iklimnya adalah iklim kutub. Istilah tundra berarti dataran tanpa pohon, vegetasinya didominasi oleh lumut dan lumut kerak, vegetasi lainnya adalah rumput-rumputan dan sedikit tumbuhan berbunga berukuran kecil.
- Ciri-ciri :
- Mendapat sedikit energi radiasi matahari, musim dingin sangat panjang dapat berlangsung selama 9 bulan dengan suasana gelap.
 - Musim panas berlangsung selama 3 bulan, pada masa inilah vegetasi mengalami pertumbuhan.
 - Fauna khas bioma tundra adalah "Muskoxem" (bison berhulu tebal) dan Reindeer/Caribou(rusa kutub).
 - Pohon sedikit (10-20) dan tidak terlalu rapat.



Gambar berbagai macam bioma di ekosistem darat
Sumber: catatangeografi.wordpress.com

b. Ekosistem Perairan

1) 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.

Berdasarkan kebiasaan hidup, organisme dibedakan sebagai berikut:

- Plankton, terdiri atas fitoplankton dan zooplankton, biasanya melayang-layang (bergerak pasif) mengikuti gerak aliran air.
- Nekton, hewan yang aktif berenang dalam air, misalnya ikan.
- Neuston, organisme yang mengapung atau berenang di permukaan air atau bertempat pada permukaan air, misalnya serangga air.
- Perifiton, merupakan tumbuhan atau hewan yang melekat/bergantung pada tumbuhan atau benda lain, misalnya keong.
- Bentos, hewan dan tumbuhan yang hidup di dasar atau hidup pada endapan. Bentos dapat sessil (melekat) atau bergerak bebas, misalnya cacing dan remis.



Gambar area hidup/habitat organisme ekosistem air tawar
Sumber: ekosistem-ekologi.blogspot.com

Contoh ekosistem air tawar adalah:

a) Danau

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang dan luasnya mulai dari beberapa meter persegi hingga ratusan meter persegi. Zonasi Danau dibagi menjadi:

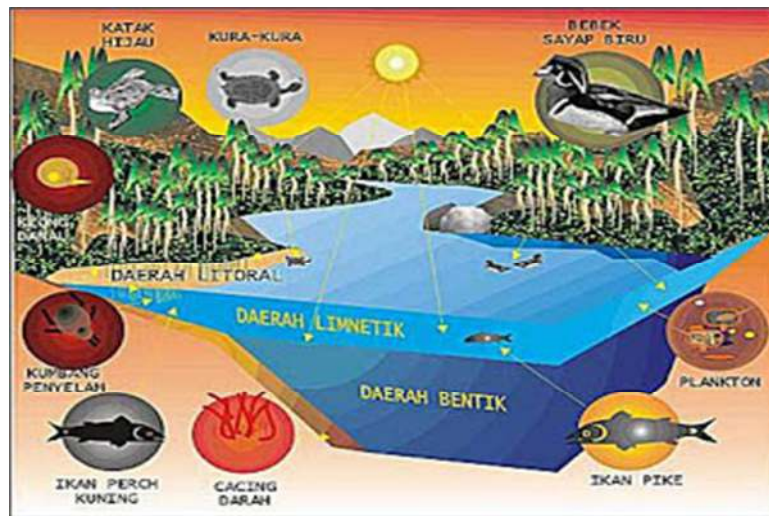
- Litoral

Litoral merupakan bagian dari zona benthal yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari. Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Pada zona litoral, produser utamanya adalah tanaman yang berakar (anggota spermatophyta) dan tanaman yang tidak berakar (fitoplankton, ganggang dan tanaman hijau yang mengapung). Sedangkan konsumernya meliputi beberapa larva serangga air seperti, platyhelminthes, rotifer, oligochaeta, moluska, amfibi, ikan, penyu, ular dan lain sebagainya.

- Limnetik

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Fotosintesis dapat terjadi secara maksimal dan konsentrasi oksigen (O_2) lebih besar dari karbondioksida (CO_2). Pada zone limnetik, produsernya terutama fitoplankton dan tumbuhan air yang terapung bebas seperti, water hyacinth (*Eichornia crassipes*), *Ceratophyllum sp*, *Utricularia sp*, *Hydrilla verticillata*,

- duckweed (*Lemna sp*); dan vascular plants, seperti: *Equisetum sp*, *Loetes sp* dan *Azolla sp*. Sedangkan konsumernya meliputi zooplankton dari copepoda, rotifera dan beberapa jenis ikan.
- Profundal
Zona profundal merupakan bagian dari zona benthal di bagian perairan yang dalam dan tidak dapat ditembus lagi oleh cahaya matahari. Pada zona profundal, banyak dihuni oleh jenis-jenis bakteri dan fungi, cacing darah, yang meliputi larva chironomidae, dan annelida yang banyak mengandung haemoglobin, jenis-jenis kerang kecil seperti anggota famili sphaeridae dan larva "phantom" atau Chaoboras (corethra).
 - Bentik
Zona bentik merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



Gambar Zona di ekosistem air tawar
Sumber: ekosistem-ekologi.blogspot.com

Danau dikelompokkan berdasarkan produksi materi organiknya, yaitu sebagai berikut:

- o 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.
- o 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.

b) Sungai

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Secara umum, sebuah sungai bisa dibagi menjadi tiga bagian. Bagian atas (hulu), tengah, dan bawah (hilir). Setiap bagian ini memiliki ciri khas, bentuk, dan aktivitasnya sendiri sendiri.

- Bagian Hulu

Bagian hulu merupakan bagian awal dari sebuah sungai. Biasanya bagian ini terletak di pegunungan. Ciri cirinya adalah, sungai sungai dibagian hulu memiliki aliran yang sangat deras dan sungai sungainya lumayan dalam. Hal ini di karenakan karena letaknya yang di daerah pegunungan yang memiliki kemiringan cukup curam. Sehingga air akan sangat cepat untuk mengalir ke bawah. Proses yang terjadi disini adalah proses erosi sehingga lembah sungai ini membentuk huruf V.

- Bagian Tengah

Bagian tengah biasanya memiliki ciri lembah sungai membentuk huruf U. Hal ini dikarenakan kondisi lokasinya yang tidak curam lagi, melainkan landai. Hal ini mengakibatkan aliran air tidak begitu deras, maka proses erosi disini sudah tidak begitu dominan. Proses yang dominan terjadi di daerah ini adalah transportasi. Maksudnya adalah, hasil dari erosi yang terjasi di bagian hulu tadi, dibawa oleh air menuju ke daerah bawahnya.

- Bagian Hilir

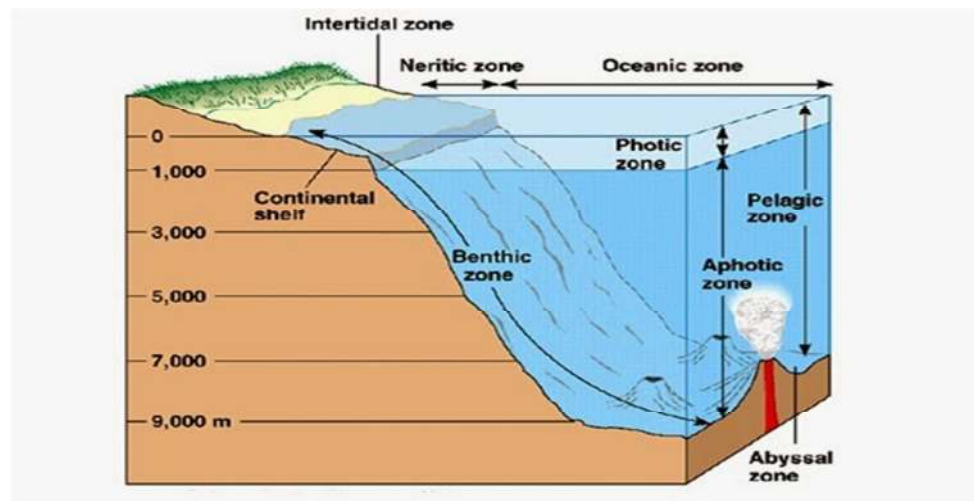
Bagian hilir adalah bagian sungai terakhir, yang akhirnya bagian ini akan mengantar sungai itu ke laut (muara). Ciri-ciri bagian ini adalah, lembah sungai menyerupai huruf U yang lebar. Sungai di daerah hilir ini biasanya sudah ber-meander (Berliku-liku). Di daerah ini proses yang dominan adalah sedimentasi. Partikel partikel hasil erosi di bagian hulu, yang kemudian di transportasi di bagian tengah, akan di endapkan di bagian hilir ini, maka kemungkinan akan terbentuk delta.

c. Ekosistem Air Laut

Ciri-ciri :

- Memiliki kadar mineral yang tinggi, ion terbanyak ialah Cl⁻ (55%), namun kadar garam di laut bervariasi, ada yang tinggi (seperti di daerah tropika) dan ada yang rendah (di laut beriklim dingin).
- Ekosistem air laut tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.

Ekosistem laut dibagi menjadi beberapa zona ,yaitu zona intertidal, zona neritik, zona pelagik, zona fotik, zona bentik, dan zona afotik. Untuk lebih jelasnya bisa melihat gambar dari zonasi ekosistem laut berikut ini.

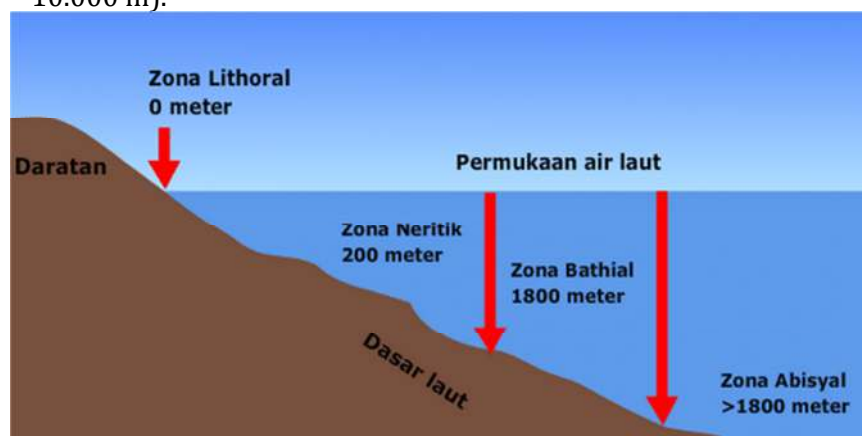


Gambar Zona ekosistem laut
Sumber: nusagates.com

1. Zona intertidal
Adalah area pasang surut air laut disepanjang garis pantai disebut dengan zona intertidal. Zona intertidal dapat berupa pantai berpasir, berbatu atau berlumpur. Organisme yang ada di zona intertidal ini antara lain rumput laut, abalon, anemon, kepiting, ganggang hijau, teripang, dan bintang laut.
2. Zona neritik
Zona neritik berada diantara zona intertidal dan zona pelagik. Kedalaman rata-rata zona laut dangkal ini adalah sekitar 200 m. Diwilayah tropis, zona neritik biasanya dihuni oleh terumbu karang. Terumbu karang menjadi rumah bagi ikan tropis dan ikan karang, contoh parrotfish, angelfish, buterflyfish. Selain itu organisme penghuni terumbu karang yaitu spons, cacing, udang-udangan, bulu babi, dan moluska.
3. Zona pelagik
Kedalaman rata-rata zona pelagik adalah 4000 m. Sekitar 75% air laut berada dizona ini. Zona pelagik merupakan zona yang paling tidak produktif, karena kandungan nutrisinya begitu rendah. Organisme dizona ini umumnya bergantung pada sampah organik yang tenggelam dizona fotik. Contoh hewan yang hidup di zona ini adalah cumi-cumi raksasa.

Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dibagi sebagai berikut :

1. Litoral, merupakan daerah yang berbatasan dengan darat.
2. Neretik, merupakan daerah yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai bagian dasar dalamnya ± 300 m.
3. Batial, merupakan daerah yang dalamnya berkisar antara 200-2500 m
4. Abisal, merupakan daerah yang lebih jauh dan lebih dalam dari pantai (1.500-10.000 m).



Gambar zona ekosistem air laut menurut kedalaman
Sumber: dunia.pendidikan.co.id

Menurut wilayah permukaannya secara horizontal, berturut-turut dari tepi laut semakin ke tengah, laut dibedakan sebagai berikut:

1. Epipelagik, merupakan daerah antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.
2. Mesopelagik, merupakan daerah dibawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m.
3. Batiopelagik, merupakan daerah lereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m.
4. Abisal pelagik, merupakan daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
5. Hadal pelagik, merupakan bagian laut terdalam (dasar). Kedalaman lebih dari 6.000 m.

d. Ekosistem Estuari

Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Ekosistem estuari memiliki produktivitas yang tinggi dan kaya akan nutrisi. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan.

e. Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai dikenal sebagai salah satu jenis ekosistem yang unik sebab mencakup tiga unsur yakni tanah di daratan, air di lautan dan juga udara. Pantai merupakan pertemuan antara ekosistem daratan dan juga ekosistem akuatik.

Ekosistem pantai sangat dipengaruhi oleh siklus harian arus yang pasang dan surut. Dengan demikian, flora dan fauna yang bisa bertahan di pantai adalah mereka yang bisa beradaptasi dengan cara melekat ke substrat keras agar tidak terhempas gelombang. Wilayah paling atas dari ekosistem pantai adalah titik yang hanya terkena air pada saat pasang naik tinggi. Area ini didiami beberapa jenis moluska, ganggang, kerang, dan beberapa jenis burung pantai. Sementara itu, titik tengah pantai terendam jika pasang tinggi juga pasang rendah. Tempat ini didiami beberapa organisme semisal anemon laut, remis, siput, ganggang, porifera dan masih banyak lagi lainnya. Sementara itu wilayah terdalam dari ekosistem pantai dihuni oleh beragam jenis mahluk invertebrata juga ikan dan berbagai jenis rumput laut.

f. Ekosistem Buatan

Secara sederhana, pengertian ekosistem buatan (*Man Made-ecosystem*) tak lain adalah suatu ekosistem yang terbentuk berkat rekayasa manusia dalam tujuannya untuk memenuhi pun mencukupi kebutuhan hidup manusia atau penduduk yang semakin hari semakin meningkat. Ekosistem buatan ini memperoleh subsidi energi dari luar dan baik itu tanaman maupun hewan akan memperoleh pengaruh besar dari manusia oleh karena itu bisa dikatakan keanekaragamannya sangat rendah. Ada banyak contoh ekosistem buatan yang direkayasa manusia, antara lain:

1. Ekosistem Bendungan.
2. Ekosistem Tanaman Produksi misalnya hutan jati dan atau hutan pinus.
3. Ekosistem Sawah Irigasi.
4. Ekosistem Perkebunan misalnya sawit, teh, cengkeh dan masih banyak lagi lainnya.
5. Ekosistem Tambak.
6. Ekosistem ladang

4. Aliran Energi Dalam Ekosistem

Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem.

Produsen merupakan makhluk hidup yang mampu menangkap energi matahari untuk kegiatan fotosintesis sehingga dapat menghasilkan materi organik yang berasal dari materi anorganik. Bumi mendapatkan pasokan energi dari matahari sebanyak 1022 Joule tetapi hanya sekitar 1 % yang dapat diperoleh produsen dan diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis.

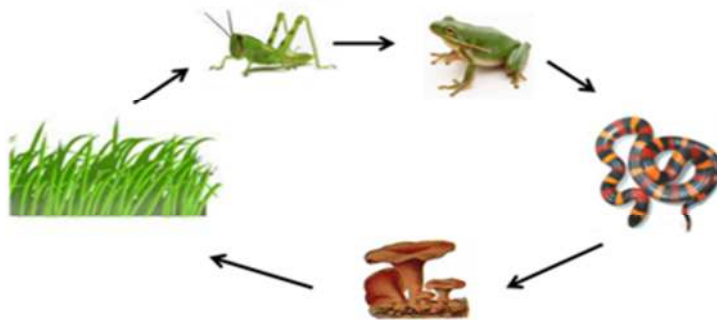
Konsumen merupakan makhluk hidup yang memperoleh energi dalam bentuk materi organik. Berdasarkan tingkat trofiknya (dalam hal pemenuhan kebutuhan makanan), konsumen dibedakan atas :

- Konsumen primer atau herbivor
- Konsumen sekunder atau karnivor
- Konsumen tersier atau karnivor puncak
- Omnivor (pengecualian)

Dekomposer merupakan makhluk hidup yang memperoleh makanannya dengan cara menguraikan senyawa-senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup yang sudah mati. Dekomposer berperan mengembalikan materi ke lingkungan abiotik dan digunakan kembali oleh tumbuhan hijau.

a. Rantai makanan dan jaring-jaring makanan

Rantai makanan yaitu perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Tiap tingkat dari rantai makanan disebut tingkat trofi atau taraf trofi. Karena organisme pertama yang mampu menghasilkan zat makanan adalah tumbuhan maka tingkat trofi pertama selalu diduduki tumbuhan hijau sebagai produsen. Tingkat selanjutnya adalah tingkat trofi kedua, terdiri atas hewan pemakan tumbuhan (herbivora) yang biasa disebut konsumen primer. Hewan pemakan konsumen primer merupakan tingkat trofi ketiga atau konsumen primer sekunder, terdiri atas hewan-hewan karnivora dan seterusnya. Organisme yang menduduki tingkat trofi tertinggi disebut konsumen puncak. Setiap pertukaran energi dari satu tingkat trofi ke tingkat trofi lainnya, sebagian energi akan hilang.



Gambar Rantai makanan
Sumber: ilmulingkungan.com

Pada rantai makanan Gambar di atas, terjadi proses makan dan dimakan dalam urutan tertentu yaitu rumput dimakan belalang, belalang dimakan katak, katak dimakan ular dan jika ular mati akan diuraikan oleh jamur yang berperan sebagai dekomposer menjadi zat hara yang akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang. Dengan demikian, pada rantai makanan tersebut dapat dijelaskan bahwa :

- Rumput bertindak sebagai produsen.
- Belalang sebagai konsumen I (herbivora)
- Katak sebagai konsumen II (karnivora)
- Ular sebagai konsumen III/konsumen puncak (karnivora)
- Jamur sebagai decomposer.

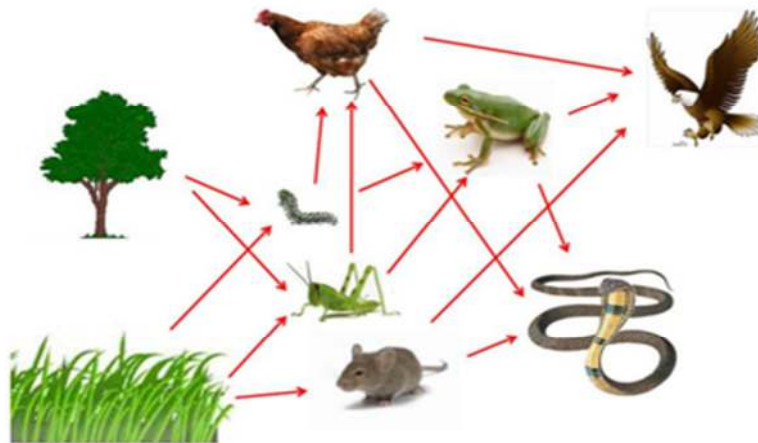
Rantai makanan pertama kali diteliti oleh ilmuwan Arab Al-Jahiz pada abad ke-9, yang lalu dipopulerkan kembali oleh Charles Sutherland Elton pada tahun 1927. Dalam rantai makanan terdapat tiga macam "rantai" pokok yang menghubungkan antar tingkatan trofik, yaitu:

1. Rantai pemangsa, yaitu rantai makanan yang terjadi ketika hewan pemakan tumbuhan dimakan oleh hewan pemakan daging. contoh: kelinci-ular-elang.
2. Rantai saprofit, yaitu rantai makanan yang terjadi untuk mengurai organisme yang sudah mati. Rantai ini muncul karena adanya dekomposer. contoh: elang mati-bakteri.
3. Rantai parasit, yaitu rantai makanan yang terjadi karena terdapat organisme yang dirugikan. contoh: pohon besar-benalu, manusia-kutu.

Ada dua tipe dasar rantai makanan:

1. Rantai makanan rerumputan (*grazing food chain*), yaitu rantai makanan yang diawali dari tumbuhan pada trofik awalnya. Contohnya: rumput - belalang - tikus - ular.
2. Rantai makanan sisa/detritus (*detritus food chain*), yaitu rantai makanan yang tidak dimulai dari tumbuhan, tetapi dimulai dari detritivor. Contohnya: serpihan daun - cacing tanah - ayam - manusia.

Rantai makanan merupakan gambar peristiwa makan dan dimakan yang sederhana. Kenyataannya dalam satu ekosistem tidak hanya terdapat satu rantai makanan, karena satu produsen tidak selalu menjadi sumber makanan bagi satu jenis herbivora, sebaliknya satu jenis herbivora tidak selalu memakan satu jenis produsen. Dengan demikian, di dalam ekosistem terdapat rantai makanan yang saling berhubungan membentuk suatu jaring-jaring makanan, sehingga jaring-jaring makanan merupakan sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan.



Gambar Jaring-jaring makanan
Sumber: ilmulingkungan.com

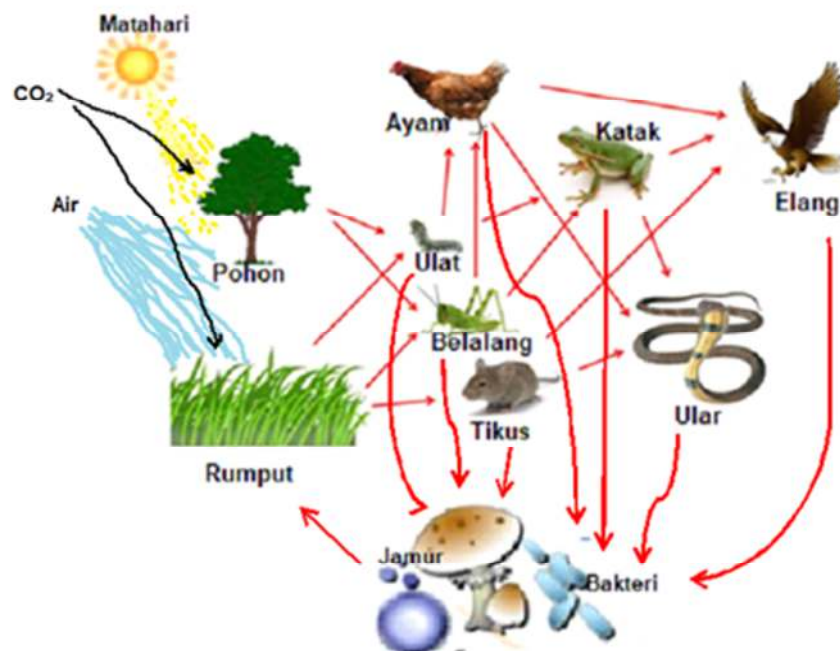
Perbedaan rantai makanan dengan jaring jaring makanan, pada rantai makanan organisme hanya memakan satu jenis organisme saja, sedangkan pada jaring jaring makanan organisme memakan organisme lainnya yang tidak hanya satu jenis saja.

C. Rangkuman

1. Ekosistem merupakan kesatuan fungsional antara makhluk hidup dengan lingkungannya yang di dalamnya terdapat hubungan dan interaksi yang sangat erat dan saling memengaruhi.
2. Komponen ekosistem yang dikenal di alam ini adalah komponen biotik dan komponen abiotik.
3. Di dalam sebuah ekosistem juga terdapat satuan-satuan makhluk hidup yang meliputi individu, populasi, komunitas, ekosistem dan biosfer. Interaksi antar komponen ekosistem dapat merupakan interaksi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas.
4. Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat, ekosistem , dan ekosistem buatan.
5. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.
6. Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan.
7. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma. Sedangkan ekosistem buatan sengaja di buat manusia untuk kepentingan pemenuhan kebutuhannya bisa di darat maupun di perairan.
8. Di dalam ekosistem terjadi pula aliran energi dan materi, aliran ini terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

D. Penugasan

Di suatu ekosistem sawah dekat pemukiman terdapat komponen-komponen ekosistem dan aliran energi antar komponen yang digambarkan sebagai berikut.



1. Sebutkan komponen-komponen biotik dan komponen-komponen abiotik yang menyusun ekosistem tersebut!
2. Setiap komponen biotik memiliki peranan masing-masing sehingga keberlangsungan ekosistem dapat dipertahankan. Sebutkan komponen-komponen yang berfungsi sebagai produsen, sebagai konsumen dan sebagai pengurai.

Tingkat trofik kedua diduduki oleh organisme

- A. jagung, padi dan belalang
- B. ulat, tikus dan belalang
- C. ayam, ulat dan katak
- D. ayam, elang dan katak
- E. belalang, katak dan elang

5. Disebuah kolam terdapat populasi :

- 1. ikan kecil
- 2. fitoplankton
- 3. zooplankton
- 4. ikan besar
- 5. pengurai

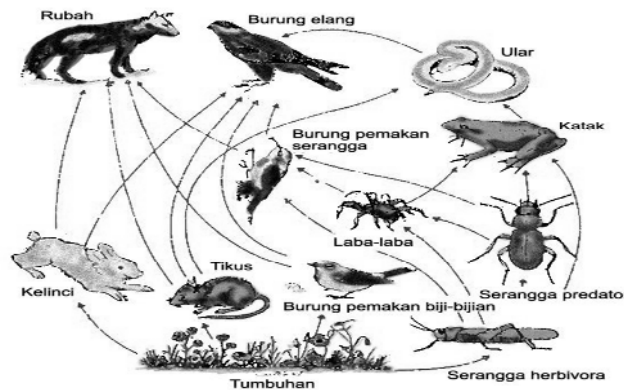
Aliran energi yang terjadi pada ekosistem kolam tersebut adalah

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

6. Yang manakah organisme berikut ini yang secara tidak tepat dipasangkan dengan tingkat trofiknya?

- A. sianobakter ---- produsen primer
- B. belalang --- konsumen primer
- C. zooplankton --- konsumen sekunder
- D. elang --- konsumen tersier
- E. fungi --- detritivor

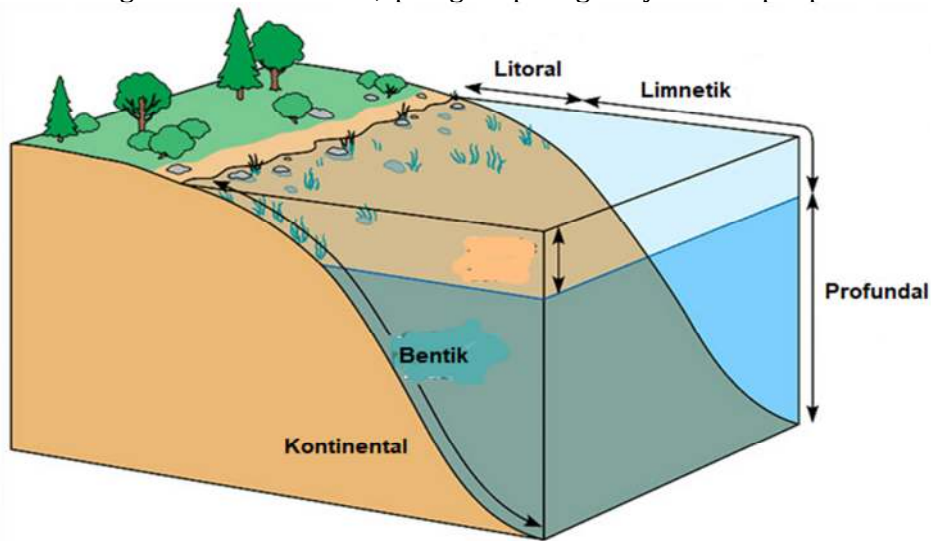
7. Gambar jarring-jaring makanan pada ekosistem padang rumput.



Berdasarkan skema jarring-jaring makanan tersebut, apabila tikus dimusnahkan maka yang akan terjadi adalah

- A. ekosistem akan tetap stabil karena tikus merupakan hama pengganggu
- B. menurunnya populasi ular dan ekosistem menjadi stabil karena ular sebagai predator
- C. meningkatnya populasi serangga herbivora dan ekosistem menjadi tidak stabil
- D. polpopulasi burung pemakan biji-bijian meningkat dan ekosistem tetap stabil
- E. meningkatnya populasi burung elang dan ekosistem menjadi tidak stabil

8. Ditemukan bioma pada ekosistem dengan ciri-ciri sebagai berikut :
- curah hujan sangat rendah.
 - evaporasi lebih tinggi dari peresapan.
 - tumbuhan menahun memiliki lapisan kutikula tebal.
 - tumbuhan semusim mempunyai daun kecil-kecil bahkan tidak berdaun.
 - hewannya rodentia, kadal, ular dan semut.
- Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka dapat diketahui bioma tersebut adalah
- A. Hutan tropis
B. Hutan gugur
C. Taiga
D. Tundra
E. Gurun
9. Pada gambar di bawah ini, plangton paling banyak terdapat pada daerah



- A. litoral
B. limnetik
C. profundal
D. continental
E. dasar danau

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	B	Komponen abiotik adalah komponen materi yang tergolong makhluk tak hidup, misalnya : cahaya matahari, tanah, air, kelembaban , dan iklim.
2.	D	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 : Singa dengan mangsanya, yaitu kijang, rusa, dan ukar dengan tikus.
3.	A	Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara harimau dan ceetha memperebutkan mangsa, populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput, persaingan hewan jantan memperebutkan wilayah atau pasangan.
4.	B	Pada rantai makanan tersebut dapat dijelaskan bahwa : <ul style="list-style-type: none"> - tumbuhan bertindak sebagai produsen. - herbivora sebagai konsumen I (kerbivora) - karnivora sebagai konsumen II (karnivora) - karnivora puncak sebagai konsumen III/konsumen puncak. - Jamur sebagai dekomposer.
5.	C	Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem. Di ekosistem laut, aliran energi dimulai dari fitoplankton sebagai produsen.
6.	C	Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang tergolong makhluk hidup. Menurut peranannya komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen, dekomposer dan detritivor. <ol style="list-style-type: none"> a. Produsen : yaitu organisme yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan senyawa an organik dengan bantuan energi matahari. b. konsumen : organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain. c. dekomposer : di sebut juga pengurai yaitu organisme yang mampu merombak sisa produk organisme / organisme yang telah mati menjadi senyawa anorganik. d. detritivor : organisme yang memakan serpihan-serpihan organik dari suatu organisme.
7.	C	Ekosistem akan stabil apabila Komposisi komponen-komponen penyusun ekosistem, baik biotik maupun abiotik dalam keadaan seimbang yaitu jumlahnya sesuai dengan peranannya dalam ekosistem tersebut. Dengan demikian jika salah satu komponennya musnah maka akan terjadi ketidakstabilan ekosistem tersebut. Misalnya jika tikus musnah di suatu ekosistem, maka ular akan musnah dan elang menyusul akan

		berkurang. Kemungkinan lainnya adalah tidak adanya pesaing yang memakan tumbuhan sehingga populasi serangga herbivora akan meningkat tajam dan ekosistem menjadi tidak stabil.
8.	E	Bioma gurun dan setengah gurun banyak ditemukan di Amerika Utara, Afrika Utara, Australia, dan Asia Barat. Ciri-ciri : <ul style="list-style-type: none"> - 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 dan malam dapat turun sampai 0°C). - Tanah sangat tandus karena tidak mampu menyimpan air. - Flora: tumbuhan yang tumbuh adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering (tumbuhan serofit) seperti kaktus. - 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.
9.	B	Di ekosistem air tawar misalnya di danau, plangton termasuk fitoplankton berada di zona limnetik karena merupakan zona fotik yang penetrasi sinar matahari sampai di dasar zona tersebut.

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri Anda terhadap materi yang sudah Anda pelajari di kegiatan belajar 1, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi komponen-komponen penyusun ekosistem		
2.	Apakah Anda menjelaskan tipe-tipe interaksi antar komponen biotik?		
3.	Apakah Anda dapat menggambar skema pola interaksi antar komponen biotik menjadi rantai makanan?		
4.	Apakah Anda dapat merangkai rantai-rantai makanan menjadi jaring-jaring makanan?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Piramida Ekologi dan Produktifitas Ekosistem

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan dapat:

1. Membedakan berbagai macam piramida ekologi.
2. Menganalisis produktifitas ekosistem.

B. Uraian Materi

1. Piramida Ekologi

Hubungan organisme pada tingkat trofik ekosistem digambarkan dalam bentuk piramida. Semakin ke atas bentuk piramida semakin mengecil. Inilah yang disebut dengan piramida ekologi. Piramida ekologi adalah piramida abstrak yang menunjukkan hubungan struktur trofik dan fungsi trofik komponen-komponen biotik ekosistem. Berikut contoh gambar piramida ekologi.



Gambar Piramida ekologi
Sumber: satujam.com

Di dalam piramida ekologi produsen (tingkat trofik I) selalu berada di bagian dasar piramida. Konsumen primer (tingkat trofik II) berada tepat di atas produsen dan konsumen sekunder (tingkat trofik III) berada di bagian atas konsumen primer. Anda bisa amati bahwa semakin tinggi tingkat trofik suatu organisme semakin sedikit proporsinya di lingkungan.

Piramida ekologi berdasarkan fungsinya dibedakan menjadi 3, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi. Masing-masing tipe memiliki kelemahan dan kelebihan dalam menggambarkan hubungan antara struktur dan fungsi trofiknya.

a. Piramida jumlah

Tipe ini menunjukkan jumlah relatif organisme pada suatu area dengan melihat hubungan antara predator dan mangsanya. Pelopor teori ini adalah Charles Elton (ahli ekologi Inggris) pada abad ke 20. Jumlah organisme dihitung dalam satuan

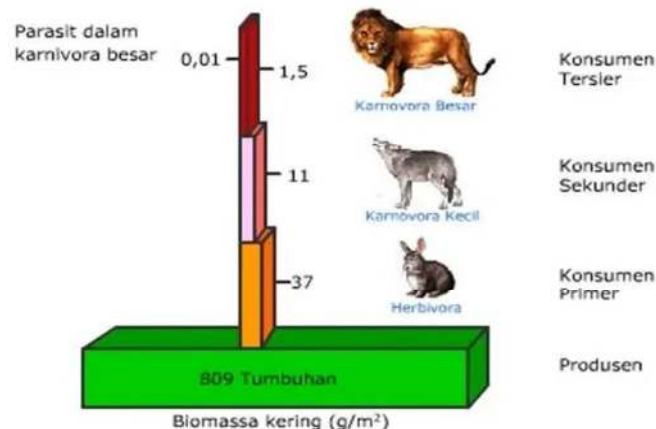
luas area tertentu. Di dalam piramida jumlah semakin tinggi tingkat trofik organisme semakin sedikit jumlahnya di lingkungan.



Gambar Piramida jumlah
 Sumber: mudahbiologi.blogspot.com

b. Piramida biomassa

Biomassa adalah taksiran massa organisme (biomassa) yang mewakili tiap tingkat trofik pada waktu tertentu. Massa kering tiap individu dalam suatu ekosistem ditimbang dan dicatat. Ukuran yang digunakan biasanya menggunakan gram (massa kering organisme) per satuan luas (gr/m^2 atau kg/ha). Piramida biomassa dibuat berdasarkan massa total populasi organisme pada suatu waktu. Cara ini dianggap lebih baik dalam menggambarkan hubungan tingkat trofik komponen biotik daripada piramida jumlah.



Gambar piramida biomassa
 Sumber: www.amongguru.com

Piramida biomassa dibedakan menjadi dua, yaitu piramida biomassa tegak dan piramida biomassa terbalik.

1. Piramida Biomassa Tegak

Piramida biomassa tegak menggambarkan massa gabungan semua produsen yang lebih besar daripada massa gabungan tiap tingkatan konsumennya. Piramida biomassa tegak biasanya terjadi pada ekosistem darat.

2. Piramida Biomassa Terbalik

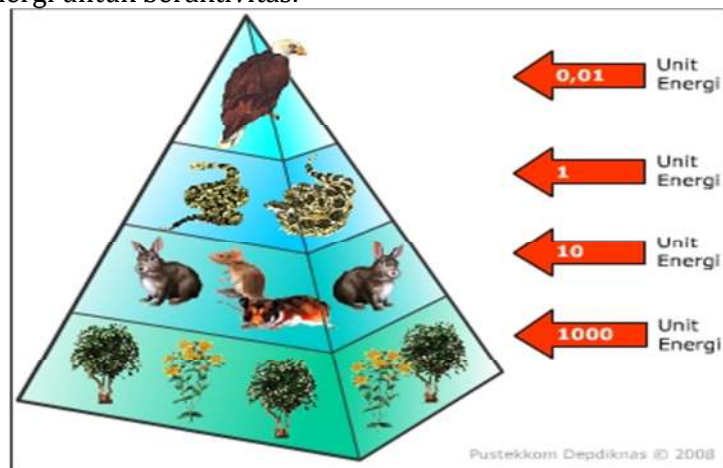
Piramida biomassa terbalik menggambarkan massa gabungan dari produsennya lebih kecil daripada massa gabungan tingkatan konsumen di atasnya. Meskipun demikian, massa produsen yang lebih sedikit ini dapat mampu menopang kelangsungan hidup konsumen di atasnya. Contoh piramida biomassa terbalik adalah pada ekosistem perairan.

c. Piramida energi

Piramida energi menggambarkan hubungan tiap organisme pada tingkatan trofik sesuai perpindahan energi yang dimulai dari produsen hingga konsumen puncak. Di dalam piramida energi, aliran energi yang diterima setiap kelompok trofik akan mengalami penurunan pada tiap kelompok trofik selanjutnya. Dengan demikian, tiap kelompok trofik akan membentuk semacam piramida dengan produsen sebagai penerima dan pemilik energi terbesar diikuti kelompok trofik berikutnya.

Semakin berkurangnya aliran energi pada tiap kelompok trofik ini disebabkan oleh beberapa hal berikut:

- 1) Tidak semua bagian makanan dapat dimakan dan dicerna, sehingga ada yang tersisa dan ada yang menjadi kotoran (residu).
2. Hanya ada beberapa saja dari makanan yang dimanfaatkan oleh organisme pada tingkatan trofik berikutnya.
3. Sebagian energi yang diperoleh dikonversi terlebih dahulu sebagai sumber energi untuk beraktivitas.



Gambar Piramida energi
 Sumber: : mudahbiologi.blogspot.com

2. Produktifitas Ekosistem

Energi dapat berubah menjadi bentuk lain, seperti energi kimia, energi mekanik, energi listrik, dan energi panas. Perubahan bentuk energi menjadi bentuk lain ini dinamakan transformasi energi. Sumber energi utama bagi kehidupan adalah cahaya matahari. Energi cahaya matahari masuk ke dalam komponen biotik melalui produsen (organisme fotoautotropik) yang diubah menjadi energi kimia tersimpan di dalam senyawa organik. Energi kimia mengalir dari produsen ke konsumen dari berbagai tingkat trofik melalui jalur rantai makanan. Energi kimia tersebut digunakan organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan. Kemampuan organisme-organisme dalam ekosistem untuk menerima dan menyimpan energi dinamakan produktivitas ekosistem.

Produktivitas ekosistem yaitu keseluruhan sistem yang dinyatakan dengan biomassa atau bioenergi dalam kurun waktu tertentu. Produktivitas ekosistem merupakan

parameter pengukuran yang penting dalam penentuan aliran energi total melalui semua tingkat trofi dari suatu ekosistem. Produktivitas ekosistem terdiri dari produktivitas primer dan produktivitas sekunder.

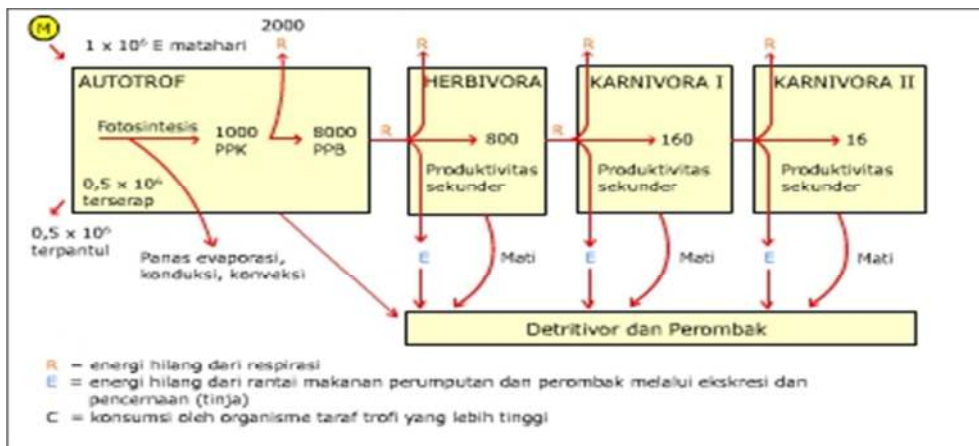
a. Produktivitas primer

Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. Hanya sebagian kecil energi cahaya yang dapat diserap oleh produsen. Produktivitas primer berbeda pada setiap ekosistem, yang terbesar ada pada ekosistem hutan hujan tropis dan ekosistem hutan bakau.

Seluruh bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis pada organisme fotoautotrop disebut produktivitas primer kotor (PPK). Lebih kurang 20% dari PPK digunakan oleh organisme fotoautotrop untuk respirasi, tumbuh dan berkembang. Sisa PPK yang baru disimpan dikenal sebagai produktivitas primer bersih (PPB). Biomassa organisme autotrop (produsen) diperkirakan mencapai 50%-90% dari seluruh bahan organik hasil fotosintesis. Hal ini menunjukkan simpanan energi kimia yang dapat ditransfer ke trofik selanjutnya melalui hubungan makan dimakan dalam ekosistem.

b. Produktivitas sekunder

Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya. Energi kimia dalam bahan organik yang berpindah dari produsen ke organisme heterotrop (konsumen primer) dipergunakan untuk aktivitas hidup dan hanya sebagian yang dapat diubah menjadi energi kimia yang tersimpan di dalam tubuhnya sebagai produktivitas bersih. Demikian juga perpindahan energi ke konsumen sekunder dan tersier akan selalu menjadi berkurang. Perbandingan produktivitasbersih antara trofik dengan trofik-trofik di atasnya dinamakan *efisiensi ekologi*. Diperkirakan hanya sekitar 10% energi yang dapat ditransfer sebagai biomassa dari trofik sebelumnya ke trofik berikutnya.



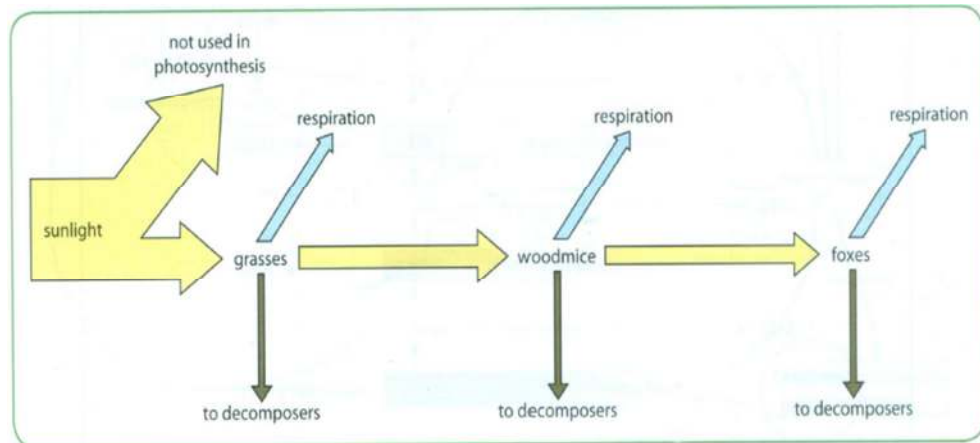
Gambar Skema aliran energi dalam ekosistem

Sumber: noet1961.wordpress.com

Dalam rantai makanan tidak semua energi dari satu tingkatan trofik ke tingkatan trofik berikutnya berpindah secara sempurna, selama perjalanannya energi terus berkurang karena hilang ke lingkungan selama perpindahan dari tumbuhan ke konsumen primer dan dari konsumen primer ke konsumen sekunder dan seterusnya. Hilangnya energi tersebut karena digunakan untuk proses respirasi oleh semua tingkatan trofik di ekosistem.

Selain itu, kehilangan energi yang paling besar adalah antara tumbuhan dan konsumen primer (herbivora). Hal ini terjadi karena:

- tidak semua bagian tumbuhan dimakan oleh herbivora, misalnya jaringan batang dan akar.
- tidak semua bagian tumbuhan dicerna secara sempurna oleh herbivora, karena tidak bisa terserap sempurna oleh pencernaan. misalnya serat kasar.
- kehilangan energi sebagai panas selama dicerna di sistem pencernaan konsumen.



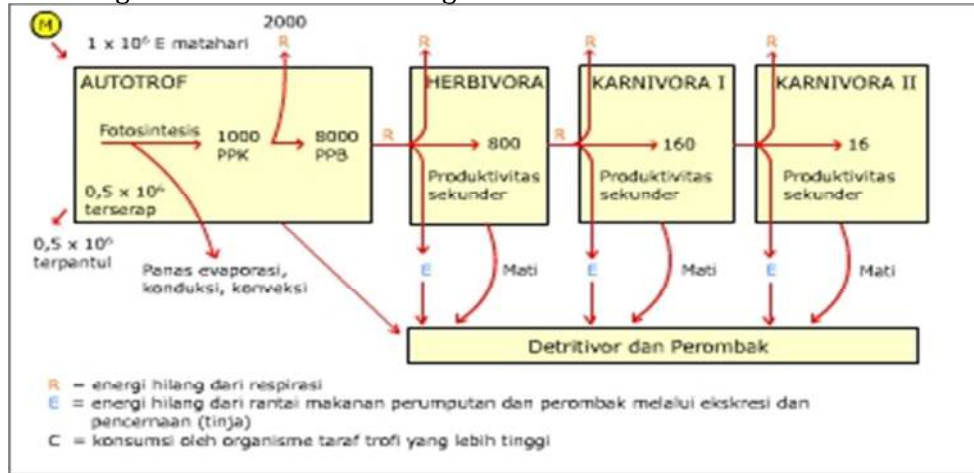
Gambar Kehilangan energi di rantai makanan
Sumber: As Level and A Level Biology 2007.

C. Rangkuman

- Piramida ekologi adalah piramida abstrak yang menunjukkan hubungan struktur trofik dan fungsi trofik komponen-komponen biotik ekosistem.
- Di dalam piramida ekologi produsen (tingkat trofik I) selalu berada di bagian dasar piramida. Konsumen primer (tingkat trofik II) berada tepat di atas produsen dan konsumen sekunder (tingkat trofik III) berada di bagian atas konsumen primer.
- Piramida ekologi berdasarkan fungsinya dibedakan menjadi 3, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.
- Produktivitas ekosistem yaitu keseluruhan sistem yang dinyatakan dengan biomassa atau bioenergi dalam kurun waktu tertentu. Produktivitas ekosistem terdiri dari produktivitas primer dan produktivitas sekunder.
- Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik.
- Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya.

D. Penugasan Mandiri

Cermati gambar skema aliran energi dalam ekosistem berikut!

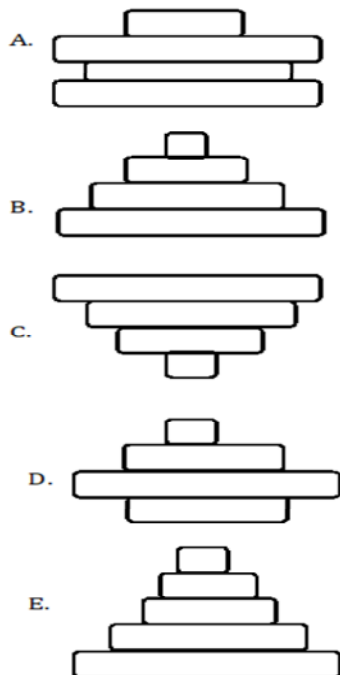


1. Hitunglah perbandingan produktifitas energi antara konsumen tingkat I dan konsumen tingkat II !
2. Jelaskan mengapa produktifitas energi pada konsumen tingkat I paling tidak efektif dibanding produktifitas energy pada konsumen tingkat II dan konsumen tingkat III ?

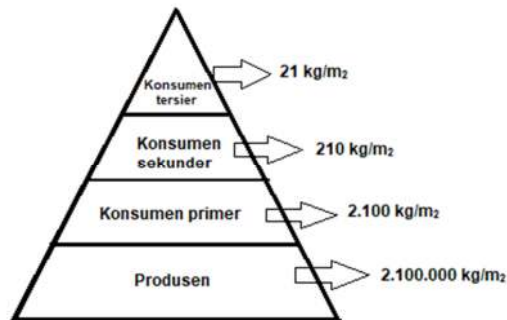
E. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Di suatu ekosistem terdapat rumput-rumputan sebanyak 10.000, belalang sebanyak 3.500, katak sebanyak 1.000, dan ular sebanyak 500. Gambaran piramida jumlah yang benar adalah....



2. Gambar Piramida Ekologi.



Penjelasan yang tepat terkait gambar tersebut adalah....

- A. piramida jumlah pada ekosistem hutan hujan tropis
 - B. piramida jumlah pada ekosistem perairan
 - C. piramida biomassa pada ekosistem hutan hujan tropis
 - D. piramida biomasa pada ekosistem perairan
 - E. piramida energi pada ekosistem hutan hujan tropis
3. Yang manakah ekosistem ini mempunyai produktivitas primer terendah per meter persegi?
- A. Suatu rawa asin
 - B. Suatu lautan terbuka
 - C. Suatu terumbu karang
 - D. Suatu padang rumput
 - E. Suatu hutan hujan tropis
4. Dalam ekosistem konsumen tingkat I paling tidak efektif dalam menggunakan energinya. Alasan yang tepat terkait pernyataan tersebut adalah....
- A. herbivora tidak mampu secara sempurna mencerna serat kasar dari tumbuhan sehingga banyak energi yang terbuang bersama feses.
 - B. herbivora banyak melakukan aktifitas respirasi sehingga energi yang dibutuhkan lebih banyak.
 - C. herbivora tidak mampu mengkonsumsi semua jenis produsen sehingga energi yang tersedia di alam tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.
 - D. beberapa herbivora memamah biak sehingga energi yang terkandung dalam makanannya tidak termanfaatkan secara sempurna.
 - E. Pencernaan herbivora dibantu oleh mikroorganisme untuk menghancurkan selulosa pada makanannya.

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	B	Piramida jumlah menggambarkan jumlah individu di setiap tingkatan trofik, mulai dari produsen, konsumen tingkat I, konsumen tingkat II, konsumen tingkat III dan pengurai. Tingkatan susunan piramida tersebut tergantung tingkatan trofik yang diduduki oleh makhluk hidup di ekosistem tersebut.
2.	C	Piramida biomassa tegak menggambarkan massa gabungan semua produsen yang lebih besar daripada massa gabungan tiap tingkatan konsumennya. Piramida biomassa tegak biasanya terjadi pada ekosistem darat
3.	C	Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. Hanya sebagian kecil energi cahaya yang dapat diserap oleh produsen. Produktivitas primer berbeda pada setiap ekosistem, yang terbesar ada pada ekosistem hutan hujan tropis dan ekosistem hutan bakau. Yang paling kecil adalah wilayah yang sedikit mendapatkan penetrasi sinar matahari, misalnya terumbu karang.
4.	A	herbivora tidak mampu secara sempurna mencerna serat kasar dari tumbuhan sehingga banyak energi yang terbuang bersama feses, sedangkan karnivora dapat mencerna sempurna makanan berupa daging.

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri Anda terhadap materi yang sudah Anda pelajari di kegiatan belajar 2, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat membedakan berbagai piramida ekologi?		
2.	Apakah Anda dapat menjelaskan kelebihan dan kekurangan berbagai piramida ekologi?		
3.	Apakah Anda dapat menjelaskan produktifitas ekosistem?		
4.	Apakah Anda menganalisis produktifitas energi pada setiap tingkatan trofik?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

Daur Biogeokimia dan Perubahan Ekosistem

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan dapat:

1. Menjelaskan interaksi komponen biotik dan abiotik dalam berbagai daur biogeokimia.
2. Menjelaskan perubahan di ekosistem.

B. Uraian Materi

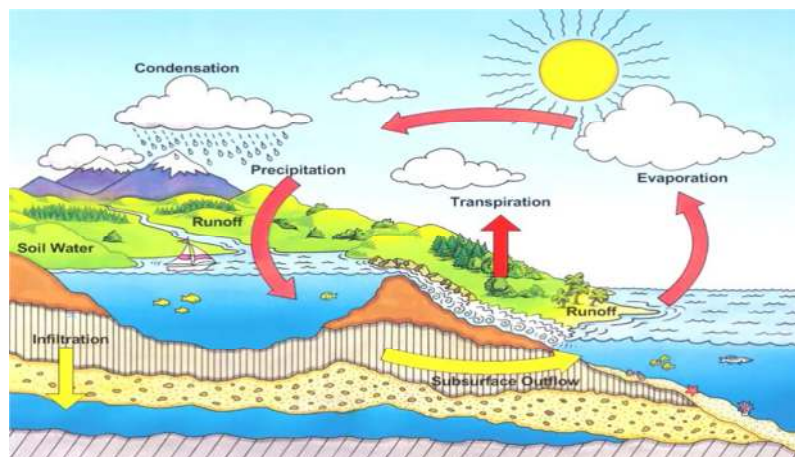
1. Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia adalah siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah tempat melalui organisme sebagai perantara kemudian senyawa ini kembali ke lingkungan fisik. Pembangun tubuh organisme adalah materi yang tersusun dari unsur-unsur kimia. Unsur-unsur yang ada di alam ini tidak mungkin habis karena mengalami daur ulang (siklus zat). Beberapa siklus unsur atau zat kimia yang penting antara lain siklus air, karbon, nitrogen, fosfor dan belerang.

a. Siklus air

Tahapan siklus air berlangsung sebagai berikut:

- 1) Air di bumi dapat berupa air permukaan (rawa, danau, lautan) maupun air tanah.
- 2) Siklus air dibedakan menjadi dua yaitu siklus pendek dan panjang.
- 3) Siklus air pendek yaitu air laut menguap, uap air di udara dingin mengalami kondensasi menjadi titik-titik air dan jatuh sebagai hujan, selanjutnya kembali ke laut.
- 4) Siklus air panjang yaitu uap air yang berasal dari berbagai proses penguapan, jatuh sebagai hujan di daratan kemudian melalui sungai atau air tanah kembali ke laut.



Gambar Daur hidrologi

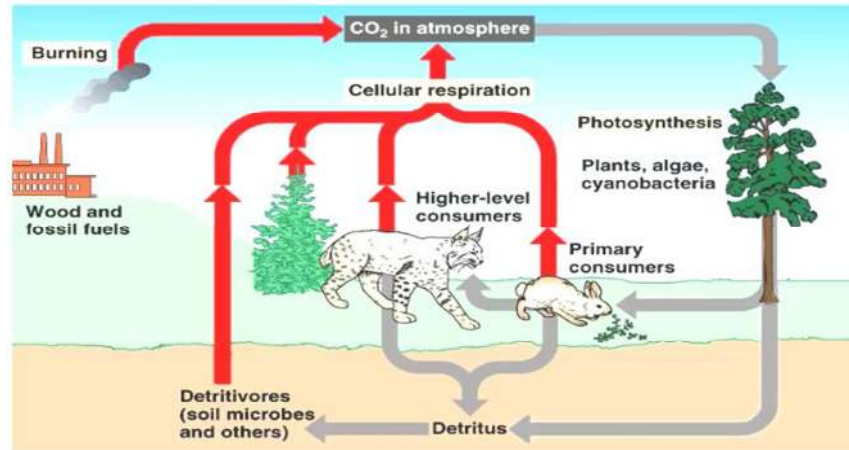
Sumber: puguhdraharjo.files.wordpress.com

b. Siklus karbon

Tahapan siklus Karbon berlangsung sebagai berikut:

- 1) Karbon di udara dalam bentuk CO_2 dan dapat terlarut dalam air.

- 2) Pada tumbuhan darat maupun fitoplankton di dalam air CO_2 diubah menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis. Dalam fotosintesis dihasilkan pula O_2 yang dilepas ke udara.
- 3) Karbohidrat digunakan oleh konsumen untuk mendapatkan energi. Konsumen juga melakukan respirasi yang menghasilkan CO_2 ke udara.
- 4) Penguraian oleh bakteri yang berjalan lambat dapat mengakibatkan penumpukan karbon bentuk batu bara dan minyak bumi.

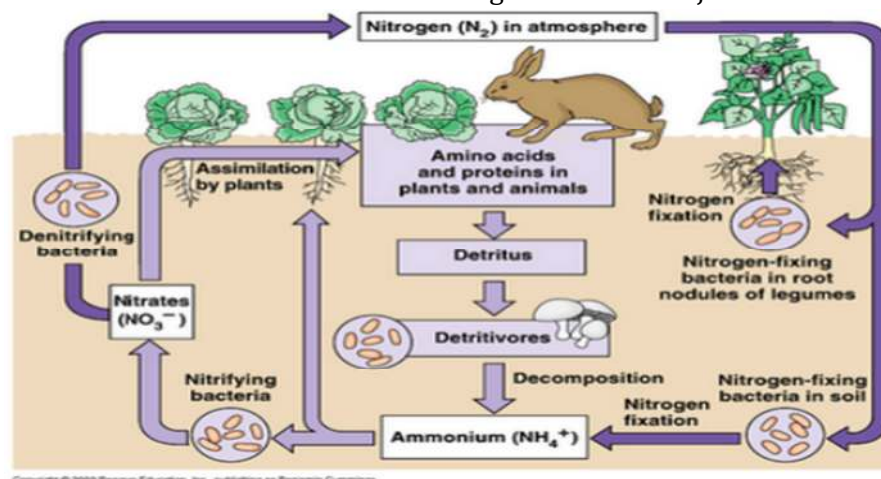


Gambar Siklus karbon
Sumber: york.conroeisd.net

c. Siklus nitrogen

Tahapan siklus nitrogen berlangsung sebagai berikut.

- 1) Atmosfer mengandung 80% nitrogen bebas (N_2) tumbuhan dapat menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3).
- 2) Beberapa bakteri pada bintil akar Leguminosa dan beberapa ganggang dapat memfiksasi N_2 dari udara.
- 3) Halilintar juga menghasilkan bentuk senyawa N_2 dan O. Senyawa tersebut terbawa air hujan berupa nitrat dan nitrit.
- 4) Mikroorganisme mengurai bangkai dan kotoran menjadi ammonium.
- 5) Bakteri denitrifikasi dalam tanah mengurai nitrat menjadi N bebas ke udara.

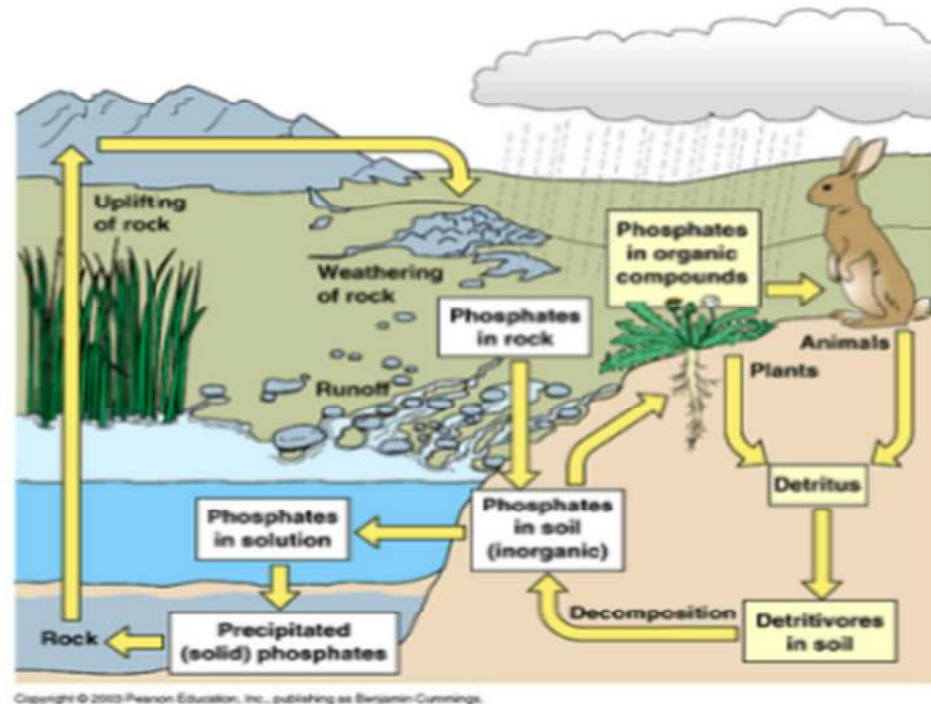


Gambar Daur nitrogen
Sumber: bioh.wikispaces.com

d. Siklus fosfor

Fungsi fosfor bagi makhluk hidup, antara lain fosfor dalam bentuk adenosin trifosta (ATP) merupakan *bahan bakar* (energi) bagi makhluk hidup.

Cadangan fosfat yang dapat larut, dapat digunakan langsung sebagai zat hara primer dalam sintesis protein oleh tumbuhan. Melalui rantai makanan fosfat dapat beralih ke tingkat tropik yang lebih tinggi. Jika organisme mati, fosfor dikembalikan ke tanah melalui proses penguraian. Kelebihan fosfat yang diekskresikan burung dan ikan dalam tinjanya juga mengembalikan fosfor ke lingkungan. Guano (doposit kotoran burung) juga merupakan akumulasi fosfor yang dikembalikan ke daratan.



Gambar Siklus fosfor
Sumber: eochemistry.wikispaces.com

e. Siklus belerang/sulfur

Sulfur terdapat dalam bentuk sulfat anorganik. Sulfur direduksi oleh bakteri menjadi sulfida dan kadang-kadang terdapat dalam bentuk sulfur dioksida atau hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida ini sering kali bersifat mematikan makhluk hidup di perairan, pada umumnya dihasilkan dari penguraian bahan organik yang mati. Ion sulfat kemudian diserap tumbuhan dan diubah menjadi protein. Jika jaringan tumbuhan atau hewan mati akan mengalami proses penguraian.

Beberapa jenis bakteri dapat mengoksidasi hidrogen sulfida menjadi sulfat kembali. Besi (Fe) dalam sedimen bereaksi dengan sulfida membentuk ferrosulfida (FeS) yang mengendap.



Gambar Daur sulfur
 Sumber: biosmadaj.blogspot.com

2. Perubahan Ekosistem

Ekosistem adalah suatu sistem yang tidak statis, namun selalu dinamis yang mengalami perubahan struktur maupun fungsi. Perubahan ini mungkin hanya fluktuasi setempat yang tidak berarti, tetapi mungkin juga cukup besar sehingga dapat mengubah stabilitas hubungan suatu ekosistem.

Perubahan ekosistem disebabkan oleh hal-hal berikut:

a. Perkembangan secara alami.

Suatu ekosistem secara alamai mengalami perubahan-perubahan yang untuk menuju keseimbangan. Perkembangan alami ini dikenal dengan istilah *suksesi*.



Gambar Ekosistem seimbang di hutan hujan tropis
 Sumber: geologinesia.com

b. Perubahan karena faktor luar.

Ekosistem dapat berubah karena berbagai factor luar biasanya akibat ulah manusia. Contohnya Perubahan iklim di suatu ekosistem disebabkan oleh faktor manusia, terutama yang berkaitan dengan pemakaian bahan bakar fosil dan penyalahgunaan lahan.



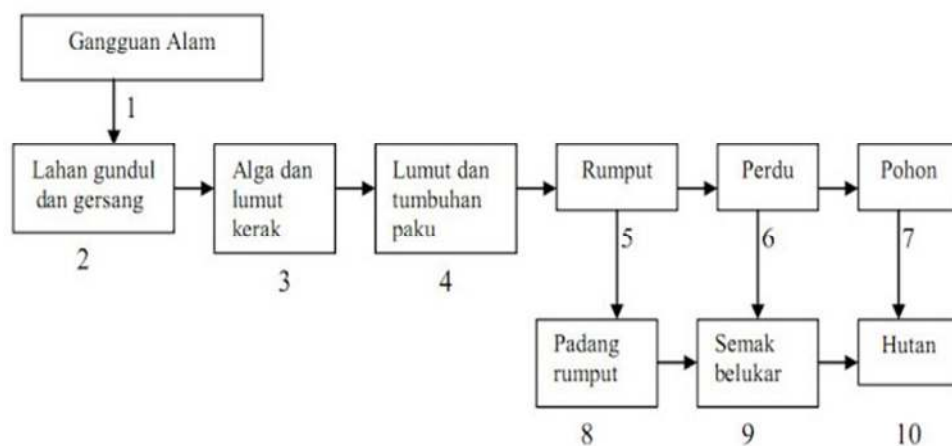
Gambar Aktifitas manusia penyebab perubahan ekosistem
 Sumber: mikirbae.com

3. Suksesi

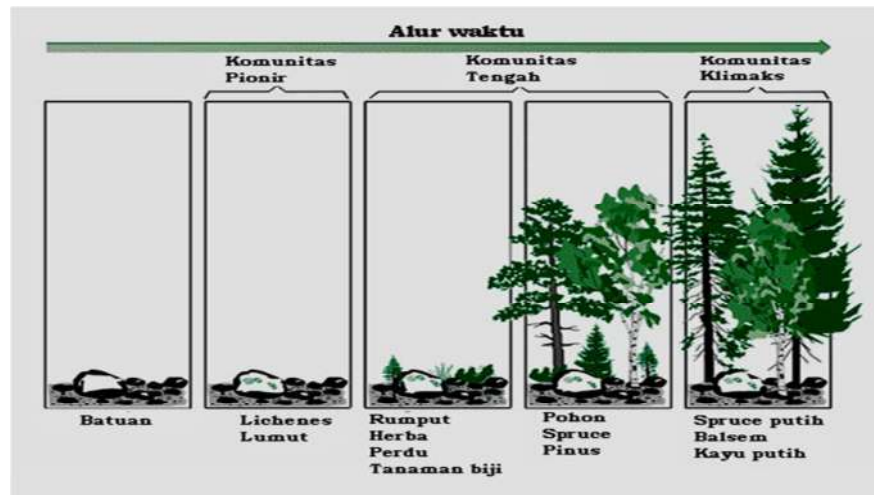
Proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur disebut suksesi. Suksesi terjadi akibat dari perubahan lingkungan fisik dalam komunitas. Proses suksesi berakhir dengan sebuah komunitas atau ekosistem klimaks. Dikatakan klimaks karena ekosistem tersebut sudah stabil atau tidak akan berubah lagi.

a. Suksesi primer

Contoh klasik untuk menggambarkan peristiwa suksesi primer adalah kejadian di gunung Krakatau, Jawa Barat. Pada tahun 1883 Gunung Krakatau meletus, semua kehidupan di gunung tersebut musnah. Seratus tahun kemudian ternyata di tempat tersebut sudah terbentuk hutan kembali.



Gambar Skema proses suksesi primer
 Sumber: Nuraini, R., dkk. 2015



Gambar Suksesi primer
Sumber: Modul guru pembelajaran

Mula-mula yang berkoloni adalah sejenis lumut kerak (*lichen*) dan beberapa jenis lumut tertentu. Asam-asam yang dieksresi oleh Lichen itu menghancurkan substrat batuan dan menyediakan sedikit tanah. Partikel tanah tambahan terbentuk karena penghancuran oleh iklim dan terbawa angin. penghancuran dan pembusukan terhadap *lichen* dapat menambahkan sedikit humus, sehingga lumut lain menetap. Setiap musim terdapat pertumbuhan baru yang lama membusuk (menyediakan humus). Tidak lama kemudian tersedia cukup tanah untuk paku-pakuan dan kemudian tumbuh rerumputan, kemudian semak (perdu). Keadaan ini menyediakan kondisi pertumbuhan yang amat baik untuk biji-biji tumbuhan tinggi (pohon).

Biji, spora dan benih dalam bentuk lain datang dari luar dan sampai ke substrat baru dibawa oleh angin, air atau hewan. Tumbuhan atau organisme lain yang mampu menghuni untuk pertama kali disebut tumbuhan pelopor (vegetasi perintis). Disebut vegetasi perintis karena organisme tersebut mampu membuka lahan untuk hidupnya organisme lain. Suksesi yang terjadi pada suatu lahan yang rusak total (tidak ada organisme yang hidup) disebut suksesi primer.

b. Suksesi sekunder

Jenis suksesi yang kedua adalah suksesi sekunder. Suksesi sekunder terjadi jika suatu komunitas atau ekosistem alami terganggu, baik secara alami maupun buatan, dan gangguan tersebut. Banjir kebakaran tidak merusak total ekosistem tersebut. Banjir, kebakaran, angin kencang, gelombang laut, dan penebangan hutan merupakan contoh-contoh gangguan tersebut.

C. Rangkuman

1. Daur biogeokimia adalah siklus yang melibatkan senyawa kimia yang berpindah tempat melalui organisme sebagai perantara kemudian senyawa ini kembali ke lingkungan fisik.
2. Perubahan ekosistem mungkin hanya fluktuasi setempat yang tidak berarti, tetapi mungkin juga cukup besar sehingga dapat mengubah stabilitas hubungan suatu ekosistem. Perubahan ekosistem bisa karena perkembangan alami dalam proses suksesi, bisa juga karena faktor luar karena ulah tangan manusia.
3. Suksesi adalah perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah secara teratur untuk menuju ke komunitas klimaks, yaitu komunitas yang stabil. Suksesi dibedakan menjadi suksesi primer dan suksesi sekunder.

D. Latihan Soal

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Pernyataan berikut **tidak** menjelaskan menjelaskan siklus karbon adalah...
 - A. hutan berperan besar dalam siklus karbon
 - B. produsen mengubah karbon menjadi senyawa organik kembali
 - C. fiksasi gas karbon dilakukan oleh organisme berklorofil
 - D. respirasi makhluk hidup mengikat karbon bebas menjadi senyawa organik
 - E. batu bara dan minyak bumi terbentuk oleh penumpukan senyawa karbon di lapisan tanah.
2. Peranan pengurai dalam siklus nitrogen adalah ...
 - A. Memfiksasi N_2 menjadi amoniak
 - B. Membebaskan amoniak dari senyawa organik
 - C. Mendenitrifikasi amoniak
 - D. Mengubah amoniak menjadi nitrat
 - E. Menggabungkan nitrogen menjadi asam amino dan senyawa organik
3. Daur biogeokimia yang tidak dijumpai dalam bentuk gas adalah daur
 - A. karbon
 - B. sulfur
 - C. hidrologi
 - D. nitrogen
 - E. fosfor
4. Gambar skema daur sulfur.



Bagian yang bertanda X adalah....

- A. sulfat organik dan sulfat
- B. sulfur organik dan sulfur sulfide
- C. sulfur dan sulfida
- D. sulfur sulfide dan sulfat
- E. sulfat dan sulfur sulfida

5. Berikut ini bermacam-macam tumbuhan dalam sebuah ekosistem :

- 1. Rumput
- 2. Pohon
- 3. Lichens
- 4. Perdu
- 5. Lumut

Apabila ekosistem tersebut merupakan hasil suksesi, urutan tumbuhan yang muncul sehingga terbentuk komunitas klimaks adalah

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

Kunci jawaban, pembahasan dan pedoman penilaian

Nomor soal	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	D	<p>Tahapan siklus Karbon berlangsung sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Karbon di udara dalam bentuk CO_2 dan dapat terlarut dalam air. 2) Pada tumbuhan darat maupun fitoplankton di dalam air CO_2 diubah menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis. Dalam fotosintesis dihasilkan pula O_2 yang dilepas ke udara. Pada tahapan ini hutan sangat berperan besar untuk mengikat CO_2 fiksasi CO_2. 3) Karbohidrat digunakan oleh konsumen untuk mendapatkan energi. Konsumen juga melakukan respirasi yang menghasilkan CO_2 ke udara. 4) Pengurulan oleh bakteri yang berjalan lambat dapat mengakibatkan penumpukan karbon bentuk batu bara dan minyak bumi. <p>Jadi peristiwa respirasi makhluk hidup tidak mengikat karbon bebas menjadi senyawa organik, melainkan menguraikan senyawa organik berkarbon yaitu $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ menjadi CO_2 dan H_2O serta energi atau ATP.</p>
2.	B	<p>Tahapan siklus nitrogen berlangsung sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Atmosfer mengandung 80% nitrogen bebas (N_2) tumbuhan dapat menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3). 2) Beberapa bakteri pada bintil akar Leguminosa dan beberapa ganggang dapat memfiksasi N_2 dari udara. 3) Halilintar juga menghasilkan bentuk senyawa N_2 dan O. Senyawa tersebut terbawa air hujan berupa nitrat dan nitrit. 4) Mikroorganisme mengurai bangkai dan kotoran menjadi amonium. 5) Bakteri denitrifikasi dalam tanah mengurai nitrat menjadi N bebas ke udara. <p>Jadi peranan pengurai dalam siklus nitrogen adalah membebaskan amoniak dari senyawa organik menjadi amonium.</p>
3.	E	<p>Proses-proses pada daur fosfor adalah penguraian oleh mikroorganisme, pelapukan atau pengikisan untuk mengembalikan fosfor yang terkandung di batuan ke alam, dan sedimentasi untuk mengembalikan fosfor ke batuan sedimen. Jadi tidak ada fosfor dalam bentuk gas dalam daur fosfor.</p>
4.	C	<p>Sulfur terdapat dalam bentuk sulfat anorganik. Sulfur direduksi oleh bakteri menjadi sulfida dan kadang-kadang terdapat dalam bentuk sulfur dioksida atau hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida yang beracun di perairan, pada umumnya dihasilkan dari penguraian bahan organik yang mati. Ion sulfat kemudian diserap tumbuhan dan diubah menjadi protein. Jika jaringan tumbuhan atau hewan mati akan mengalami proses penguraian. Jadi bagian yang diberi label X adalah sulfur dan sulfida.</p>
5.	D	<p>Urutan organisme yang tumbuh pada peristiwa suksesi primer adalah: lichenes (lumut kerak), lumut, herba(rumput), semak, perdu dan pohon.</p>

Ket: Setiap nomor soal diberi skor = 1

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar pada KD berikutnya. Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

E. Penilaian Diri

Untuk mengukur diri Anda terhadap materi yang sudah Anda pelajari di kegiatan belajar 3, jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada modul ini di tabel berikut.

Tabel penilaian diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur hidrologi?		
2.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur karbon?		
3.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur nitrogen?		
4.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur fosfor?		
5.	Apakah Anda dapat menjelaskan proses-proses yang berlangsung dalam daur sulfur?		
6.	Apakah Anda dapat membedakan antara suksesi primer dan suksesi sekunder?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke modul berikutnya.

EVALUASI

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Komponen abiotik dalam suatu ekosistem adalah....
 - A. mikroba, cahaya, suhu
 - B. tanah, air, mikroba
 - C. tanah, udara, bakteri
 - D. suhu, cahaya, matahari
 - E. bakteri, tanah, cahaya
2. Perhatikan skema interaksi di suatu ekosistem berikut!



Tipe interaksi antara dua spesies tersebut adalah

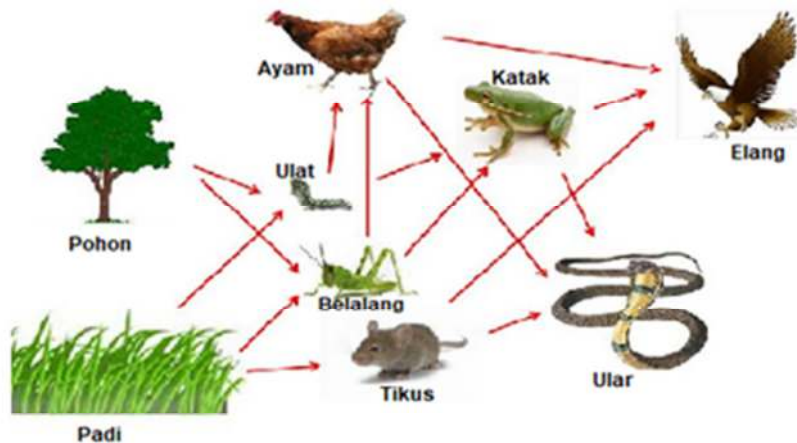
- A. Mutualisme
 - B. Komensalisme
 - C. Kompetisi
 - D. Predasi
 - E. parasitisme
3. Interaksi antara organisme ganggang dan jamur yang membentuk lumut kerak adalah
 - A. Predasi karena jamur pada akhirnya merangsang ganggang.
 - B. Kompetisi karena ganggang dan jamur saling berebut makanan.
 - C. Parasitisme karena kehidupan jamur merugikan ganggang.
 - D. Komensalisme karena jamur mendapat untung dan ganggang tidak rugi.
 - E. Mutualisme karena jamur dan ganggang saling mendapat untung.
 4. Gambar skema rantai makanan di suatu ekosistem.



Posisi konsumen tingkat II diduduki oleh....

- A. belalang
- B. katak
- C. ular
- D. elang
- E. fungi

6. Gambar jaring-jaring makanan di ekosistem sawah.

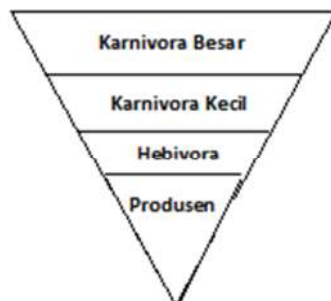


Gambar Jaring-jaring makanan di ekosistem sawah

Apa yang terjadi pada belalang dan elang jika petani menggunakan pestisida produk baru?

- A. Populasi belalang musnah dan populasi elang menurun tajam karena populasi katak juga menurun.
- B. Populasi belalang musnah dan populasi elang cenderung tetap karena sumber makanan elang tidak hanya belalang.
- C. Populasi belalang menurun, selanjutnya berkembang pesat dan populasi elang fluktuasinya sama seperti belalang.
- D. Populasi belalang menurun, selanjutnya berkembang pesat dan populasi elang cenderung terus meningkat.
- E. Populasi belalang cenderung meningkat tajam dan populasi elang juga meningkat, selanjutnya menurun tajam.

7. Gambar Piramida Ekologi.

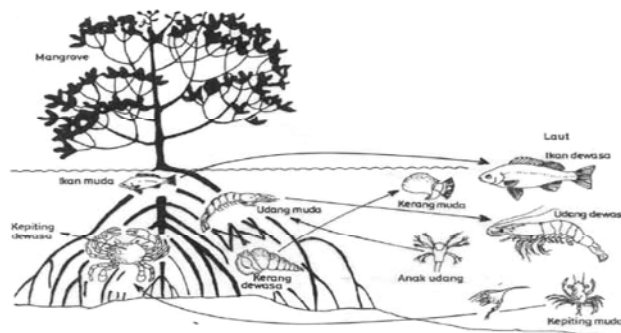


Piramida di atas menunjukkan susunan tingkatan trofik normal (ekosistem seimbang) pada

....

- A. piramida jumlah pada ekosistem hutan hujan tropis
- B. piramida jumlah pada ekosistem perairan
- C. piramida biomassa pada piramida hutan hujan tropis

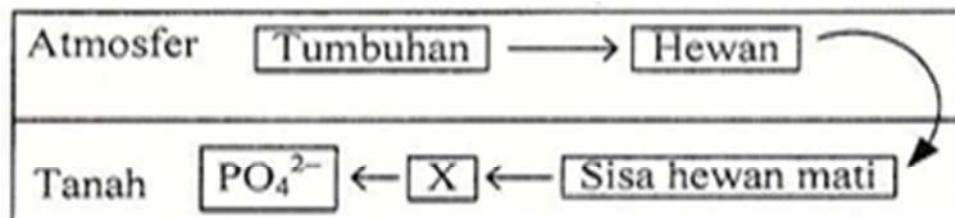
- D. piramida biomasa pada ekosistem perairan
 - E. piramida energi pada ekosistem hutan hujan tropis
8. Piramida energi merupakan piramida yang paling ideal dibandingkan piramida jumlah dan piramida biomassa. Berikut ini yang **bukan** kelebihan piramida energi adalah....
- A. Mempertimbangkan berat populasi dalam setiap tingkatan trofik.
 - B. Berat dua spesies yang sama tidak berarti memiliki energy yang sama.
 - C. Dapat digunakan untuk membandingkan berbagai ekosistem.
 - D. Mementingkan kedudukan populasi dalam suatu ekosistem.
 - E. Dapat mengetahui konsumen yang paling produktif ditinjau dari sisi keluaran energi.
9. Perhatikan gambar skema aliran energi di ekosistem laut!



Dari skema aliran energi tersebut, komponen ekosistem laut yang memiliki energi terbesar adalah....

- A. Udang muda
 - B. udang dewasa
 - C. mangrove
 - D. Ikan dewasa
 - E. kepiting dewasa
10. Yang manakah berikut ini yang menggambarkan produktivitas sekunder?
- A. 170×10^9 ton bahan organik diciptakan setiap tahun.
 - B. $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ CO}_2$
 - C. suatu hutan hujan tropis menambahkan ke ekosistem lebih dari 2.200 gram vegetasi /m²/th.
 - D. Lebih kurang 20% dari PPK digunakan oleh organisme fotoautotrop untuk respirasi.
 - E. Karnivora menghasilkan feses yang secara proporsional lebih sedikit dibandingkan dengan herbivora.

11. Gambar skema daur fosfor.

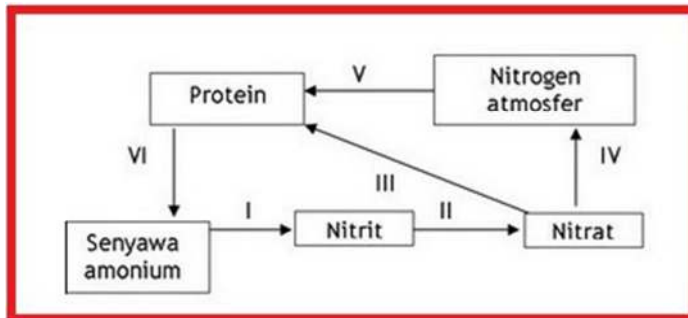


Proses yang terjadi pada bagian X adalah....

- A. fosfor diserap dalam bentuk fosfat organik
- B. fosfor organik diubah menjadi fosfat anorganik
- C. fosfor organik diurai menjadi fosfor

- D. fosfor anorganik diurai menjadi fosfor
- E. ion fosfat dibentuk menjadi senyawa fosfor organik

12. Gambar diagram daur nitrogen.



Proses yang terjadi pada nomor IV dan V berturut-turut adalah

- A. Denitrifikasi dan fiksasi nitrogen
- B. Nitrifikasi dan denitrifikasi
- C. Nitrifikasi dan fiksasi oksigen
- D. Fiksasi nitrogen dan amonifikasi
- E. Amonifikasi dan fiksasi

13. Gambar diagram daur karbon



Proses yang terjadi pada X dan Y secara berturut-turut adalah....

- A. respirasi dan transpirasi
- B. respirasi dan fotosintesis
- C. fotosintesis dan respirasi
- D. fotosintesis dan dekomposisi
- E. dekomposisi dan fotosintesis

14. Perbedaan suksesi primer dan sekunder adalah ditinjau dari beberapa hal, **kecuali**

- A. Faktor penyebab suksesi
- B. Lama waktu suksesi
- C. Arah suksesi
- D. Komunitas yang terbentuk setelah suksesi
- E. Urutan komunitas yang terbentuk saat suksesi

15. Dalam proses pembangunan jalan tol diberbagai daerah dibeberapa tempat membelah hutan lindung , hutan ini biasanya menjadi habitat alami bagi hewan hewan antarlain gajah harimau dan hewan hewan yang lain. Solusi yang paling tepat untuk mengatasi masalah ini adalah...

- A. Membuat pagar yang tinggi untuk membatasinya.

- B. Memindahkan habitat habitan hewan tersebut.
- C. Membuat jalan terowongan untuk menghubungkan antar habitat.
- D. Jalan Tol dibangun dengan membuat terowongan dibawah hutan.
- E. Tidak membangun jalan melalui hutan lindung.

Kunci jawaban dan pedoman penilaian

Soal pilihan ganda:

Nomor soal	Kunci jawaban	Nomor soal	Kunci jawaban
1.	D	8.	A
2.	B	9.	C
3.	E	10.	E
4.	B	11.	B
5.	D	12.	E
6.	C	13.	D
7	D	14.	C
		15.	C

DAFTAR PUSTAKA

Diah Aryulina, dkk. 2007. *Biologi 1 SMA*. Jakarta: Esis.

Irnaningtyas. 2010. *Buku teks Biologi SMA/MA kelas XI*. Jakarta : Erlangga

.Ririn Safitri, Bowo Siarto. 2013. *Biologi X SMA*. Surakarta: Mediatama.

Rumiyati. 2016. *Biologi X semester 2*. Klaten: Intan Pariwara

Ernawati dkk. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam modul 3*. Jakarta: Penerbit Erlangga

Jones Mary, et.all. 2007. *As Level and A Level Biology Second edition*. Cambridge:: Cambridge University Press.

Nuraini, R., dkk. 2015. *Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi SMA Kelompok A*. Jakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA) Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sutrisno. 2007. *Ilmu Pengetahuan Alam modul 3*. Bogor: Penerbit Yudhistira.