

#2

KONSEP DASAR EKOSISTEM MATERI PERTEMUAN #2 (Online #2)

Batasan Materi

Pada Modul 2 (dua) ini akan dijelaskan tentang konsep, komponen, proses dasar, tipe, dan hukum alam di ekosistem. Secara lengkap modul ini menjelaskan tentang hal-hal sebagai berikut:

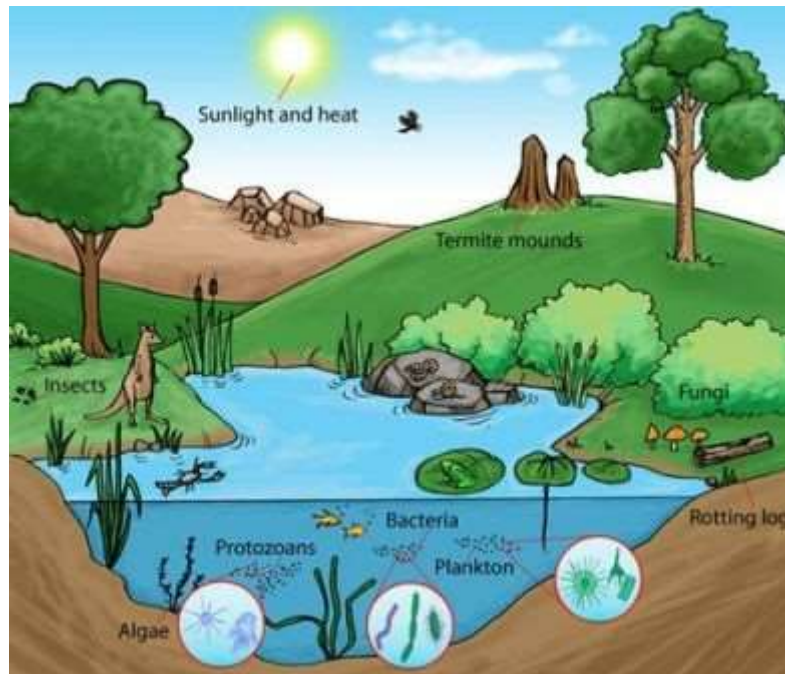
1. Konsep, definisi ekosistem dari berbagai sudut pandang, dan jenis ekosistem.
2. Komponen dan sifat dari ekosistem
3. Proses dasar ekosistem, daur sistem, aliran energi, rantai makanan dan contoh yang terjadi di lingkungan
4. Tipe ekosistem:
 - a. Hutan hujan tropis
 - b. Terumbu karang
 - c. Mangrove
 - d. Pantai
 - e. Sungai
 - f. Pegunungan dan gua kapur
 - g. Binaan

Capaian Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan mampu menjelaskan pentingnya ilmu lingkungan dalam kehidupan.

Di dalam ekosistem, organisme yang ada selalu berinteraksi secara timbal balik dengan lingkungannya. Interaksi timbal balik ini membentuk suatu sistem yang kemudian kita kenal sebagai sistem ekologi atau **ekosistem**. Dengan kata lain **ekosistem** merupakan suatu satuan fungsional dasar yang menyangkut proses interaksi organisme hidup dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud dapat berupa lingkungan biotik (makhluk hidup) maupun abiotik (non makhluk hidup). Sebagai suatu sistem, di dalam suatu ekosistem selalu dijumpai proses interaksi antara makhluk hidup dengan

lingkungannya, antara lain dapat berupa adanya aliran energi, rantai makanan, siklus biogeokimiawi, perkembangan, dan pengendalian.



Gambar 1. Ekosistem dan komponen penyusunnya

1. Definisi

Ekosistem juga dapat didefinisikan sebagai suatu satuan lingkungan yang melibatkan unsur-unsur biotik (jenis-jenis makhluk) dan faktor-faktor fisik (iklim, air, dan tanah) serta kimia (keasaman dan salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lainnya. Gatra yang dapat digunakan sebagai ciri kesetuhan ekosistem adalah energetika (taraf trofi atau makanan, produsen, konsumen, dan redusen), pendauran hara (peran pelaksana taraf trofi), dan produktivitas (hasil keseluruhan sistem). Jika dilihat komponen biotanya, jenis yang dapat hidup dalam ekosistem ditentukan oleh hubungannya dengan jenis lain yang tinggal dalam ekosistem tersebut. Selain itu keberadaannya ditentukan juga oleh keseluruhan jenis dan faktor-faktor fisik serta kimia yang menyusun ekosistem tersebut.

a. Ekosistem menurut Tansley (1935)

Lingkungan hayati dan non hayati bersama dengan populasi atau komunitasnya.

b. Ekosistem menurut Miller

Lingkungan tertentu dengan masukan dan keluaran energi serta materi yang dapat diukur dan dihubungkan dengan faktor lingkungan.

c. Ekosistem menurut UU No 23 Tahun 1997

Tatanan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.

Tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. Dalam suatu ekosistem terdapat suatu keseimbangan yang disebut *homeostatis*, yaitu adanya proses dalam ekosistem untuk mengatur kembali berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan, atau dalam pendekatan yang holistik. Dalam mekanisme keseimbangan itu, termasuk mekanisme pengaturan, pengadaan dan penyimpanan bahan-bahan, pelepasan hara makanan, pertumbuhan organisme dan populasi serta daur bahan organik untuk kembali terurai menjadi materi atau bahan anorganik.

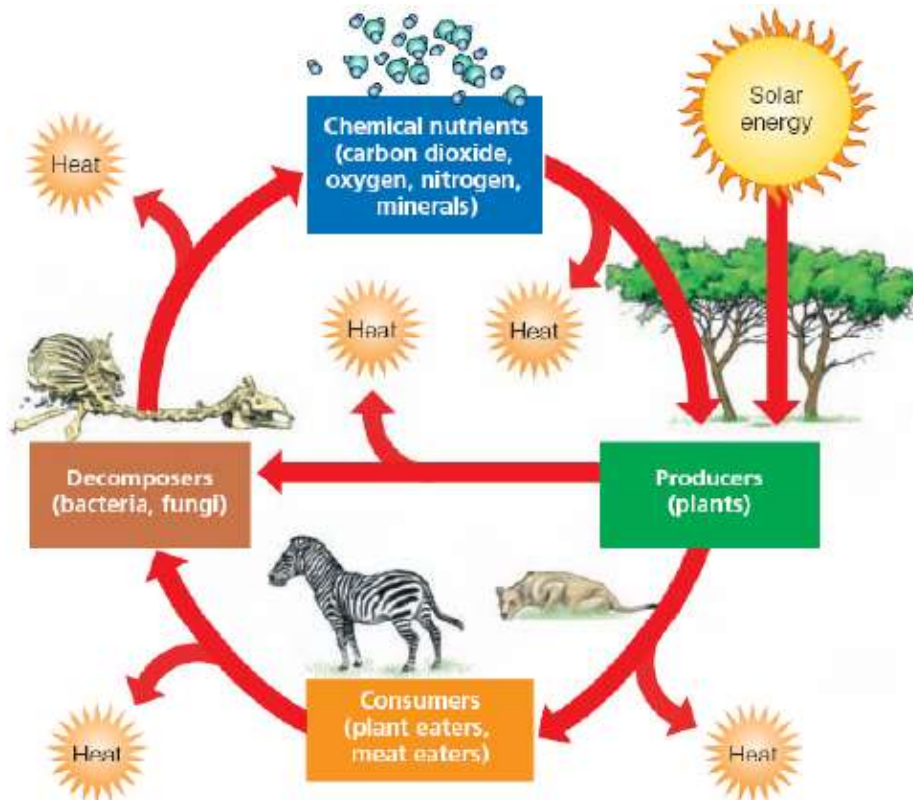
2. Komponen Ekosistem

Bila kita memasuki suatu ekosistem, baik ekosistem daratan maupun perairan, akan dijumpai adanya dua macam organisme hidup yang merupakan komponen biotik ekosistem. Kedua macam komponen biotik tersebut adalah (a) **autotrofik** dan (b) **heterotrofik**.

a. **autotrofik**, terdiri atas organisme yang mampu menghasilkan (energi) makanan dari bahan-bahan anorganik dengan proses fotosintesis ataupun kemosintesis. Organisme ini tergolong mampu memenuhi kebutuhan dirinya sendiri. Organisme ini sering disebut **produsen**.

b. **heterotrofik**, terdiri atas organisme yang menggunakan, mengubah atau memecah bahan organik kompleks yang telah ada yang dihasilkan oleh komponen autotrofik.

Organisme ini termasuk golongan **konsumen**, baik makrokonsumen maupun mikrokonsumen.



Gambar 2. Komponen-komponen ekosistem

Secara struktural ekosistem mempunyai enam komponen sebagai berikut:

- Bahan anorganik** yang meliputi C, N, CO₂, H₂O, dan lain-lain. Bahan-bahan ini akan mengalami daur ulang.
- Bahan organik** yang meliputi karbohidrat, lemak, protein, bahan humus, dan lain-lain. Bahan-bahan organik ini merupakan penghubung antara komponen biotik dan abiotik.
- Kondisi iklim** yang meliputi faktor-faktor iklim, misalnya angin, curah hujan, dan suhu.
- Produsen** adalah organisme-organisme autotrof, terutama tumbuhan berhijau daun (berklorofil). Organisme-organisme ini mampu hidup hanya dengan bahan anorganik, karena mampu menghasilkan energi makanan sendiri, misalnya dengan fotosintesis. Selain tumbuhan berklorofil, juga ada bakteri kemosintetik

yang mampu menghasilkan energi kimia melalui reaksi kimia. Tetapi peranan bakteri kemosintetik ini tidak begitu besar jika dibandingkan dengan tumbuhan fotosintetik.

- e. **Makrokonsumen** adalah organisme heterotrof, terutama hewan-hewan seperti kambing, ular, serangga, dan udang. Organisme ini hidupnya tergantung pada organisme lain, dan hidup dengan memakan materi organik.
- f. **Mikrokonsumen** adalah organisme-organisme heterotrof, saprotrof, dan osmotrof, terutama bakteri dan fungi. Materi organik yang berupa sampah dan bangkai, menguraikannya sehingga terurai menjadi unsur-unsurnya (bahan anorganik). Kelompok ini juga disebut sebagai **organisme pengurai** atau **dekomposer**.

Komponen-komponen a, b, dan c merupakan komponen abiotik/ nonbiotik, atau komponen yang tidak hidup, sedangkan komponen-komponen 4, 5, 6, merupakan komponen yang hidup atau komponen biotik. Secara fungsional ekosistem dapat dipelajari menurut enam proses yang berlangsung di dalamnya, yaitu:

1. Lintasan atau aliran energi.
2. Rantai makanan.
3. Pola keragaman berdasar waktu dan ruang.
4. Daur ulang (siklus) biogeokimiawi.
5. Perkembangan dan evolusi.
6. Pengendalian atau sibernetika.

Konsep ekosistem merupakan konsep yang luas, yang merupakan konsep dasar dalam ekologi. Konsep ini menekankan pada hubungan timbal balik dan saling keterkaitan antara organisme hidup dengan lingkungannya yang tidak hidup.

Setiap ekosistem di dunia ini mempunyai struktur umum yang sama, yaitu adanya enam komponen seperti tersebut di atas, dan adanya interaksi antarkomponen-komponen tersebut. Jadi baik itu ekosistem alami (daratan, perairan) maupun ekosistem buatan (pertanian, perkebunan), semuanya mempunyai kesamaan.

Sering terjadi bahwa proses autotrofik dan heterotrofik, serta organisme yang bertanggung jawab atas berbagai proses tersebut terpisah (secara tidak sempurna), baik menurut ruang maupun waktu. Sebagai contoh dapat disebutkan bahwa di hutan, proses

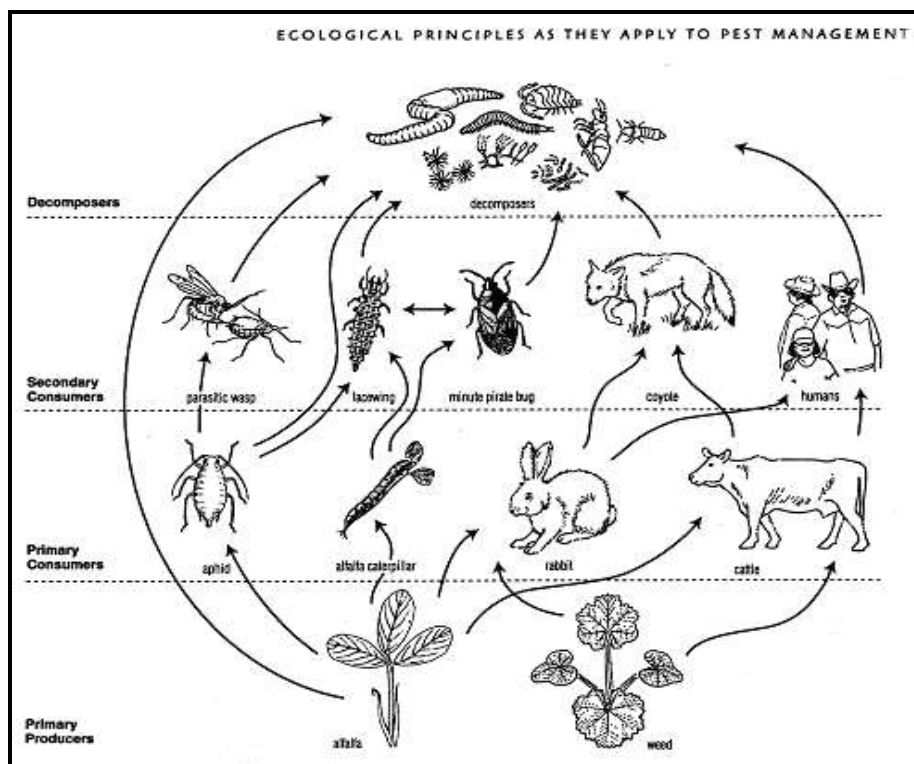
autotrofik, yaitu fotosintesis, lebih banyak terjadi di bagian kanopi; sedangkan proses heterotrofik lebih banyak terjadi di permukaan lantai hutan (hal ini terpisah berdasar ruang). Proses autotrofik juga terjadi pada waktu siang hari, dan proses heterotrofik dapat terjadi baik di siang hari maupun malam hari (terpisah berdasar waktu).

Seringkali fungsi dan organisme yang menjalankan proses interaksi, terpisahkan secara fisik, dalam arti bahwa berbagai organisme itu tersusun dalam stratifikasi. Fungsi dasar umumnya terpisah oleh waktu, sehingga terdapat tenggang waktu lama antara terbentuknya bahan yang diproduksi oleh organisme autotrofik dengan pemanfaatan produk tersebut oleh organisme heterotrofik.

3. Rantai Makanan

Organisme dapat diklasifikasikan berdasarkan banyaknya transfer energi melalui rantai makanan. Produksi bahan organik secara foto-autotrofik mencerminkan transfer energi yang pertama di dalam suatu ekosistem dan diklasifikasikan denagai **PRODUKSI PRIMER**. Konsumsi suatu tumbuhan oleh hewan, sehingga herbivor menempati tingkat trofik ke dua, juga dikenal sebagai **PRODUKSI SEKUNDER**. Organisme konsumen yang merupakan transfer ke satu, dua atau tiga dari foto-autotrof dikelompokkan sebagai konsumen primer, sekunder, dan tersier. Bergerak melalui suatu jaring-jaring makanan, energy hilang selama proses transfer sebagai panas, sebagaimana dijelaskan dengan Hukum Termodinamika ke dua. Oleh karena itu, jumlah total transfer energi jarang yang melebihi empat atau lima; dengan adanya kehilangan energy selama setiap proses transfer, maka sedikit sekali energy yang tersedia untuk mendukung organisme yang berada pada tingkat tertinggi dari suatu rantai makanan.

Jaring-jaring makanan (**Food web**) merupakan rantai-rantai makanan yang saling berkaitan secara “rumit” dalam suatu komunitas. Struktur trofik (**Trophic structure**) merupakan serangkaian keterkaitan dalam suatu jaring-jaring makanan yang mendeskripsikan transfer energy dari suatu tingkat nutritional ke tingkat berikutnya. Sasaran produksi tanaman adalah memaksimumkan energy ekosistem ke dalam hasil-panen; penggunaan energy tanaman oleh hama tidak diperlukan karena hal ini berarti mengambil energy dari produksi tanaman.



Gambar 3. Daftar Jaringan-jaring makanan

Organisme yang hidup di dalam suatu agroekosistem merupakan komponen biotik. Organisme dapat dianalisis sebagai jaring makanan yang mencerminkan transfer material dan energi dari satu kelompok organisme kepada kelompok organisme yang lain. Untuk analisis jaring makanan, organisme dikelompokkan menurut fungsinya dalam aliran energi dan hara, dan bukan klasifikasi menurut genus dan spesiesnya. Semua tanaman dalam suatu agro-ekosistem membentuk produsen primer dan menjadi dasar dari jaring-jaring makanan.

Tanaman menangkap energi matahari melalui daun dan dikombinasikan dengan air dan hara dari tanah dan karbon dioksida dari udara menghasilkan bahan biomasa tanaman. Organisme tingkat berikutnya adalah herbivora yang hidup dari hara dan energi yang dihasilkan oleh tanaman atau produsen primer lainnya. Banyak jenis organisme dapat bertindak sebagai herbivora, seperti burung, serangga, nematoda, jamur, bakteri dan virus. Selanjutnya, energi dan hara dalam herbivora dieksploitasi untuk pertumbuhan dan reproduksi oleh kelompok lain dari organisme yang disebut konsumen sekunder. Hewan yang hidup dari energi dan hara dalam substansi konsumen sekunder disebut konsumen tersier. Banyak jenis organisme juga dapat bersifat sebagai

konsumen primer, konsumen sekunder dan tersier. Jaring makanan dalam tanah memiliki banyak organisme yang memangsa biomasa tumbuhan hidup dan mati. Dengan demikian, banyak organisme memperoleh energi untuk tumbuh dan berkembang biak dan akhirnya hara yang diikat dalam biomasa tumbuhan dan hewan dapat tersedia kembali untuk pertumbuhan tanaman.

4. Siklus Biogeokimia

Berbeda dengan energi, yang hilang dari ekosistem sebagai panas, unsur hara (atau nutrisi) yang membentuk molekul dalam organisme tidak berubah dan dapat berulang-ulang ber-siklus di antara organisme dan lingkungan hidupnya. Sekitar 40 unsur menyusun tubuh organisme, dimana karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, dan fosfor yang paling banyak. Jika salah satu dari unsure tersebut dalam lingkungan tumbuh suplainya kurang, pertumbuhan organisme dapat terhambat, meskipun tersedia cukup banyak energi. Secara khusus, nitrogen dan fosfor adalah elemen yang paling sering membatasi pertumbuhan organisme. Keterbatasan ini ditandai oleh meluasnya penggunaan pupuk, yang diterapkan pada bidang pertanian untuk mengatasi kurangnya ketersediaan hara.

a. Siklus karbon

Siklus karbon terjadi di antara atmosfer dan ekosistem darat dan laut. Siklus ini terjadi ada kaitannya dengan produksi primer dan dekomposisi bahan organik. Tingkat produksi primer dan dekomposisi bahan organik, selanjutnya dikendalikan oleh pasokan nitrogen, fosfor, dan zat besi. Pembakaran bahan bakar fosil merupakan perubahan terbaru siklus global yang melepaskan karbon yang telah lama terkubur dalam kerak bumi ke dalam atmosfer. Karbon dioksida di atmosfer menangkap panas pada permukaan bumi dan merupakan faktor utama yang mengatur iklim. Perubahan siklus karbon global ini mengakibatkan dampak pada iklim, isu-isu ini merupakan masalah besar yang sedang diselidiki oleh ahli ekologi ekosistem.

Karbon kembali ke lingkungan fisik melalui beberapa cara. Tanaman dan hewan melakukan respirasi, sehingga mereka melepaskan CO₂ selama respirasinya. Tumbuhan dapat mengkonsumsi lebih banyak CO₂ melalui fotosintesis daripada yang dapat dihasilkannya melalui respirasi. Jalur lain kembalinya CO₂ ke lingkungan fisik terjadi

melalui kematian tanaman dan hewan. Kalau organisme mati, bakteri dekomposer mengkonsumsi biomasa. Dalam proses dekomposisinya, sejumlah karbon dilepaskan kembali ke lingkungan fisik dengan cara fosilisasi. Sebagian karbon tetap tinggal dalam lingkungan biologis kalau organisme lain memangsa decomposer tersebut. Namun sejauh ini, sebagian besar karbon kembali ke lingkungan fisik melalui proses respirasi CO_2 .

b. Siklus Nitrogen

Protein, asam nukleat, dan bahan kimia organik lainnya mengandung nitrogen, sehingga nitrogen adalah unsur yang sangat penting dalam organisme biologis. Nitrogen menyusun 79% dari atmosfer bumi, namun sebagian besar organisme tidak dapat menggunakan gas nitrogen (N_2). N_2 memasuki sistem trofik melalui proses fiksasi nitrogen. Bakteri yang ditemukan pada akar beberapa tanaman legume dapat memfiksasi N_2 menjadi molekul organik, membentuk protein. Demikian juga, hewan mendapatkan nitrogen dengan jalan memakan biomasa tanaman. Tetapi setelah titik ini, siklus nitrogen akan jauh lebih rumit daripada siklus karbon. Hewan melepaskan nitrogen dalam urine-nya. Ikan melepaskan NH_3 , tetapi kalau konsentrasi NH_3 pekat, bersifat racun bagi organisme hidup. Jadi organisme harus mengencerkan NH_3 dengan banyak air. Kehidupan air, ikan tidak menghadapi masalah dengan persyaratan ini, tetapi hewan darat memiliki masalah serius. Mereka mengkonversi NH_3 menjadi urine, atau senyawa kimia lainnya yang tidak beracun seperti NH_3 . Proses pelepasan NH_3 disebut ammonification. Karena NH_3 bersifat racun, sebagian besar NH_3 yang dilepaskan tidak tersentuh. Tetapi bakteri tanah memiliki kemampuan untuk mengasimilasi NH_3 menjadi protein. Bakteri ini efektif memakan NH_3 , dan membuat protein darinya. Proses ini disebut asimilasi.

c. Siklus Fosfor

Fosfor adalah kunci untuk sistem energi dalam organisme, fosfor yang menggerakkan energi dari ATP ke molekul lain, mengendalikan reaksi enzimatik, atau transportasi seluler. Fosfor juga merupakan perekat yang memegang DNA bersama-sama, mengikat gula deoksiribosa bersama-sama, membentuk tulang punggung dari molekul DNA. Fosfor melakukan fungsi yang sama di dalam RNA. Faktor kunci untuk

memasukkan fosfor ke dalam sistem tropik adalah tanaman. Tanaman menyerap fosfor dari air dan tanah ke dalam tubuhnya, mensintesisnya menjadi molekul P-organik. Setelah diambil oleh tanaman, fosfor yang tersedia bagi hewan yang mengkonsumsi biomasa tanaman. Ketika tumbuhan dan hewan mati, bakteri mendekomposisi biomasa, melepaskan sejumlah fosfor anorganik kembali ke tanah. Di dalam tanah, fosfor dapat bergerak sejauh 100 - 1.000 mil dari tempat dimana P dilepaskan, melalui aliran air dan sungai. Dengan demikian siklus air memainkan peran kunci dalam pergerakan fosfor dalam ekosistem. Dalam beberapa kasus, fosfor diangkut memasuki danau, dan menetap di dalam sedimen di bagian dasar danau. Di dasar danau ini, fosfor dapat berubah menjadi batuan sedimen, batu kapur, yang akan dirilis jutaan tahun kemudian. Batuan sedimen berfungsi sebagai cadangan, melestarikan banyak fosfor untuk digunakan di masa depan.

5. Tipe Ekosistem

Dalam mengenal berbagai tipe ekosistem, pada umumnya digunakan ciri komunitas yang paling menonjol. Untuk ekosistem daratan biasanya digunakan komunitas tumbuhan atau vegetasinya, karena wujud vegetasi merupakan pencerminan penampakan luar interaksi antara tumbuhan, hewan, dan lingkungannya. Pada dasarnya di Indonesia terdapat empat kelompok ekosistem utama, yaitu (a) ekosistem bahari, (b) ekosistem darat alami, (c) ekosistem suksesi, dan (d) ekosistem buatan.

a. Ekosistem Bahari

Ekosistem bahari dapat dikelompokkan lagi ke dalam ekosistem yang lebih kecil lagi, yaitu: ekosistem laut dalam, pantai pasir dangkal, terumbu karang, pantai batu, dan pantai lumpur. Dalam setiap ekosistem pada ekosistem bahari ada perbedaan dalam komponen penyusunnya, baik biotik maupun abiotik.

b. Ekosistem Darat Alami

Pada ekosistem darat alami di Indonesia terdapat tiga bentuk vegetasi utama, yaitu (1) **vegetasi pamah** (*lowland vegetation*), (2) **vegetasi pegunungan** dan (3) **vegetasi monsun**.

c. Ekosistem Suksesi

Ekosistem suksesi adalah ekosistem yang berkembang setelah terjadi kerusakan terhadap ekosistem alami yang terjadi karena peristiwa alami maupun karena kegiatan manusia atau bila ekosistem buatan tidak dirawat lagi dan dibiarkan berkembang sendiri menurut kondisi alam setempat. Ekosistem ini dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu (1) ekosistem suksesi primer dan (2) ekosistem suksesi sekunder.

d. Ekosistem Buatan

Di samping ekosistem alam ada ekosistem buatan manusia, seperti danau, hutan tanaman, dan agroekosistem (sawah tadah hujan, sawah irigasi, sawah surjan, sawah rawa, sawah pasang surut, kebun pekarangan, kolam, dan lain-lain). Sebagai gambaran dari ekosistem buatan akan diuraikan mengenai ekosistem kolam dan ekosistem padang rumput.