

BUKU AJAR

EKOLOGI

(Integrasi Islam Sains)

Bayu Sandika, S.Si., M.Si.



Penerbit Yayasan Citra Dharma Cindekia



BUKU AJAR

EKOLOGI

(Integrasi Islam Sains)

Tentang Penulis

Bayu Sandika, S.Si., M.Si.



Lahir di Mojokerto pada 13 November 1988. Menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Dinoyo 1 Jatirejo, Kabupaten Mojokerto pada tahun 2001. Pendidikan menengah diselesaikan pada tahun 2004 di SMPN 2 Kota Mojokerto. Pendidikan menengah atas diselesaikan pada tahun 2007 di SMAN 1 Saoko Kabupaten Mojokerto. Melanjutkan pendidikan Sarjana di Program Studi Biologi Universitas Negeri Surabaya lulus tahun 2012. Pendidikan jenjang strata 2 (Magister) ditempuh di Departemen Biologi Universitas Airlangga dan diselesaikan pada tahun 2015. Mengawali karir dosen di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur pada tahun 2015 - 2016. Kemudian melanjutkan karir sebagai dosen Ekologi di Program Studi Tadris Biologi Institut Agama Islam Negeri Jember tahun 2016 hingga sekarang menjadi Universitas Islam Negeri Jember.



Penerbit Yayasan Citra Dharma Cindekia

ISBN 978-623-6018-08-3



Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak
Cipta Lingkupan Hak Cipta:

Pasal 2

Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemenang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatas menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana:

Pasal 72

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 29 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Buku ajar
EKOLOGI
Integrasi Islam Sains

Bayu Sandika



Buku Ajar Ekologi : Integrasi Islam Sains

ISBN : 978-623-6078-69-3

Penulis:

Bayu Sandika

Editor:

Aida Fikriyah

Penyunting:

Windar Adi Susilo

Desain Sampul dan Tata Letak:

Husni Mubarak

Agus Susilo Nugroho

Penerbit:

Yayasan Citra Dharma Cindekia

Redaksi:

Grobogan, Jawa Tengah, 58114

Telp. 0895605883330

email: citra.dharmacindekia@gmail.com

Cetakan pertama, November 2021

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga Buku Ajar Ekologi: Integrasi Islam Sains untuk mahasiswa ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad saw.

Buku Ajar ini memuat materi ekologi dengan integrasi ayat Al Qur'an dan Hadist, dibuat sebagai pedoman dan bahan ajar dalam melakukan kegiatan perkuliahan mata kuliah Ekologi khususnya di PTKI. Dengan adanya buku ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mempersiapkan dan melaksanakan perkuliahannya dengan baik, terarah, dan terencana. Pada setiap bab dipaparkan mengenai materi yang dibahas beserta dengan standar kompetensi yang akan dicapai. Penyusun menyakini bahwa dalam pembuatan buku ajar ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan buku ajar ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah

membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
Semoga Buku Ajar Ekologi: Integrasi Islam Sains ini
bisa bermanfaat. Aamiin.

Jember, Desember 2021

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
SINOPSIS	1
BAB 1 RUANG LINGKUP EKOLOGI	2
A. Pengertian Ekologi dan Sejarah Perkembangannya	3
B. Penggolongan Ekologi.....	6
C. Kedudukan Ekologi, dan Hubungannya dengan Ilmu yang Lain.....	8
RANGKUMAN.....	11
EVALUASI	13
BAB II EKOSISTEM	14
A. Konsep Dasar Ekosistem	15
B. Komponen Penyusun Ekosistem	16
C. Tingkatan Organisme dalam Kehidupan.....	20
D. Homeostatis Ekosistem.....	26
RANGKUMAN.....	30
EVALUASI	31

BAB III ENERGI DI DALAM SISTEM EKOLOGI ..	32
A. Konsep Dasar Energi	33
B. Konsep Produktivitas.....	38
C. Klasifikasi Ekosistem berdasarkan Energinya	41
D. Rantai Makanan, Jaring-jaring Makanan, dan Tingkatan Trofik.....	46
E. Piramida Ekologi.....	53
RANGKUMAN.....	58
EVALUASI	60
BAB IV DAUR BIOGEOKIMIA	61
A. Konsep Dasar Daur Biogeokimia	62
B. Tipe dan Pola Daur Biogeokimia.....	64
RANGKUMAN.....	74
EVALUASI	75
BAB V FAKTOR PEMBATAS.....	77
A. Hukum Minimum Liebig	78
B. Hukum Toleransi Shelford	79
C. Faktor-faktor Fisik-Kimia sebagai Faktor Pembatas.	81
RANGKUMAN.....	89
EVALUASI	91
BAB VI KOMUNITAS.....	92
A. Konsep Dasar Komunitas	93

B. Penggolongan Komunitas	95
C. Sifat-sifat Komunitas	96
D. Pola-pola Komunitas	99
E. Struktur Komunitas	100
F. Ekoton	104
RANGKUMAN	107
EVALUASI	109
BAB VII POPULASI	110
A. Konsep Dasar Populasi	111
B. Sifat-sifat Populasi	113
C. Pertumbuhan Populasi	117
RANGKUMAN	119
EVALUASI	120
BAB VIII SPESIES DAN INDIVIDU	121
A. Konsep Dasar Spesies dan Individu	122
B. Habitat dan Relung	124
C. Adaptasi Individu	126
D. Interaksi Antar Individu	130
RANGKUMAN	132
EVALUASI	134
BAB IX BIOMA	135
A. Bioma Daratan	137

B. Bioma Perairan	151
RANGKUMAN.....	167
EVALUASI	168
BAB X SUKSESI.....	170
A. Konsep Dasar Suksesi	171
B. Proses Terjadinya Suksesi	172
C. Macam Suksesi.....	175
RANGKUMAN.....	176
EVALUASI	177
BAB XI EKOLOGI DALAM AL-QUR'AN	178
GLOSARIUM	183
DAFTAR PUSTAKA.....	192

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Klasifikasi Ekosistem Berdasarkan Energinya ...	41
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kedudukan Ekologi dengan Ilmu Lain.....	9
Gambar 1.2 Tingkatan Organisasi Makhluk Hidup.....	10
Gambar 2.1 Ekosistem di Laut	15
Gambar 3.1 Diagram Arus Energi Matahari	39
Gambar 3.2 Rantai Makanan di Daratan dan di lautan	48
Gambar 3.3 Bagan Jaring-jaring Makanan.....	51
Gambar 3.4 Jaring-jaring Makanan	52
Gambar 3.5 Piramida Biomassa	55
Gambar 3.6 Piramida Energi	57
Gambar 4.1 Daur Oksigen	66
Gambar 4.2 Daur Nitrogen	68
Gambar 4.3 Daur Karbon	70
Gambar 4.4 Daur Sulfur	70
Gambar 4.5 Daur Fosfor.....	73
Gambar 6.1 Komunitas Vegetasi Hutan	93
Gambar 7.1 Populasi Echinodermata	111
Gambar 7.2 Piramida Umur	116
Gambar 8.1 Tiga Ayam Kalkun Adalah Contoh Spesies	123
Gambar 8.2 Satu Serangga Merupakan Contoh Individu	124
Gambar 9.1 Gurun	137

Gambar 9.2 Padang Rumput.....	139
Gambar 9.3 Sabana.....	141
Gambar 9.4 Hutan Tropis	142
Gambar 9.5 Hutan Gugur	144
Gambar 9.6 Hutan Taiga	146
Gambar 9.7 Hutan Tundra	147
Gambar 9.8 Danau	153
Gambar 9.9 Sungai	156
Gambar 9.10 Lautan	159
Gambar 9.11 Pantai	163
Gambar 9.12 Estuari	164
Gambar 9.13 Terumbu Karang.....	165

SINOPSIS

Ekologi menitik-beratkan pada interaksi antara faktor biotik dan faktor abiotik. Interaksi antara faktor biotik dan abiotik menyebabkan tingginya keanekaragaman biota pada suatu daerah. Interaksi ini juga menyebabkan terjadinya aliran energi maupun aliran energi pada ekosistem. Pentingnya mempelajari ekologi juga dijelaskan pada Al-Qur'an melalui beberapa surat seperti Al-Anbiyaa', Ar-Rum, dan At-Tin.

Didalam buku ini materi ekologi dijelaskan secara runut sebagai sumber belajar untuk matakuliah Ekologi, yang dilengkapi dengan kompetensi dasar masing-masing tema yang harus dicapai oleh mahasiswa. Selain itu pada buku ini juga dijelaskan keterkaitan Ekologi dengan nilai keislaman melalui beberapa ayat dari surat yang telah disebutkan diatas.

BAB 1

RUANG LINGKUP EKOLOGI

Yang akan dipelajari:

- Pengertian Ekologi dan Sejarah Perkembangannya
- Penggolongan Ekologi
- Kedudukan Ekologi dan Hubungannya dengan Ilmu lain
- Ekologi dalam Al-Qur'an.

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu mengomunikasikan pemahaman mengenai ruang lingkup ekologi.

Berbagai organisme hidup di sekitar kita baik tumbuhan, hewan, mikroorganisme dan masih banyak lagi organisme lainnya. Organisme dapat berinteraksi dengan lingkungannya baik lingkungan yang sifatnya hidup (biotik) ataupun lingkungan yang tidak hidup (abiotik). Interaksi yang dimaksud adalah hubungan timbal balik yang berarti bahwa organisme dalam hidupnya dipengaruhi oleh lingkungan, demikian pula lingkungan dalam keseimbangannya di alam sangat dipengaruhi oleh organisme.

A. Pengertian Ekologi dan Sejarah Perkembangannya

Ekologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *oikos*, yang berarti rumah atau tempat tinggal, dan *logos*, yang berarti ilmu. Maka secara harfiah, ekologi memiliki pengertian yaitu ilmu yang mempelajari baik interaksi antar makhluk hidup maupun interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya.

Ernest Haeckel (1834 - 1914) adalah orang yang pertama kali mengemukakan definisi ekologi. Haeckel (1896) menyatakan bahwa ekologi ialah pengetahuan

mengenai keseluruhan hubungan berbagai organisme dengan lingkungannya dan dengan faktor organik dan anorganik. Ekologi sebagai suatu disiplin ilmu tumbuh melalui perikehidupan alamiah (*natural history*).

Definisi lain yang dikemukakan oleh Krebs (1985) sangat sederhana, modern, dan komprehensif bahwa ekologi adalah penelaahan ilmiah mengenai interaksi yang menentukan penyebaran dan kelimpahan organisme. Ada beberapa ilmuwan lain yang mengemukakan pendapatnya mengenai ekologi, antara lain Tansley (1935) yang mengemukakan bahwa ekologi ialah hubungan timbal balik (interaksi) antara makhluk hidup (organisme) dengan lingkungannya, dimana sifat interaksi ini aktif dan dinamis.

Selanjutnya, Kormondy (1965) mendefinisikan ekologi sebagai suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari ekonomi alam semesta. Kormondy menitikberatkan pada interaksi antara organisme dengan lingkungannya baik lingkungan yang organik maupun anorganik. Sedangkan Odum (1983) menguraikan definisi ekologi jauh lebih kompleks yaitu interaksi antara organisme dengan lingkungannya, baik

lingkungan yang sifatnya hidup (biotik) maupun lingkungan yang tak hidup (abiotik).

Lingkungan yang sifatnya hidup (biotik) terdiri atas organisme lain yang ada di sekitar kita baik organisme itu sejenis atau tidak sejenis. Sedangkan lingkungan yang tidak hidup (abiotik) yaitu lingkungan fisik, berupa suhu, intensitas cahaya matahari, angin, curah hujan, dan lain sebagainya.

Ekologi adalah cabang ilmu biologi yang juga banyak memanfaatkan informasi dari berbagai ilmu pengetahuan lain, seperti: kimia, fisika, geologi, dan klimatologi. Penerapan ekologi pada bidang pertanian dan perkebunan misalnya penggunaan kontrol biologi untuk pengendalian populasi hama guna meningkatkan produktivitas. Ekologi juga berkepentingan dalam menyelidiki interaksi organisme dengan lingkungannya. Pengamatan ini bertujuan untuk menemukan prinsip-prinsip yang terkandung dalam hubungan timbal balik tersebut. Metode pendekatan secara menyeluruh pada komponen-komponen yang berkaitan dalam suatu sistem digunakan dalam studi ekologi.

Ekologi tidak hanya berhubungan dengan organisme saja tetapi juga berhubungan dengan arus energi dan daur materi di daratan, di udara dan di perairan, sehingga ekologi dapat diartikan sebagai ilmu tentang struktur dan fungsi dari alam semesta. Ekologi sebagai ilmu berkembang pesat setelah tahun 1900 dan lebih pesat lagi dalam 2 (dua) dasa warsa terakhir ini. Bahkan sekarang dikenal pula adanya Ilmu Lingkungan Hidup (*Environmental Sciences*) dan Biologi Lingkungan (*Environmental Biology*) yang merupakan ilmu tersendiri.

B. Penggolongan Ekologi

Ekologi dapat digolongkan menurut bidang kajiannya yaitu sebagai berikut:

1. Pembagian atas dasar jumlah

a. Autoekologi, adalah ekologi yang mempelajari suatu jenis organisme (individu) yang berinteraksi dengan lingkungannya baik lingkungan yang biotik maupun yang abiotik. Umumnya ditekankan pada aspek siklus hidup, adaptasi

terhadap lingkungan, sifat parasitis atau non parasitis dan lain lain.

b. Sinekologi, adalah ekologi yang mempelajari kelompok organisme (masyarakat organisme) sebagai suatu kesatuan yang saling berinteraksi terhadap lingkungannya dalam suatu daerah tertentu.

2. Pembagian atas dasar habitat

Beberapa pengamat lingkungan membuat kajian ekologi menurut habitat, yaitu:

- a. Ekologi bahari atau kelautan
- b. Ekologi daratan atau terrestrial
- c. Ekologi padang rumput atau savana
- d. Ekologi perairan tawar
- e. Ekologi estuaria
- f. dan sebagainya

3. Pembagian atas dasar taksonomi

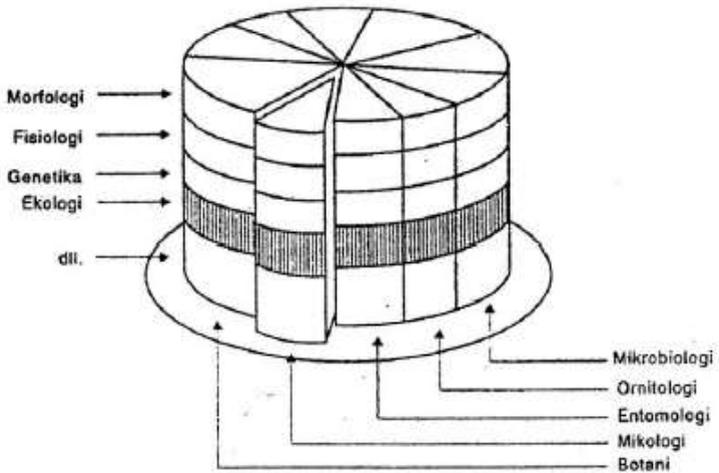
Pembagian yang didasarkan pada sistematika makhluk hidup, misalnya:

- a. Ekologi tumbuhan
- b. Ekologi hewan
- c. Ekologi manusia

- d. Ekologi mikroba
- e. dan sebagainya

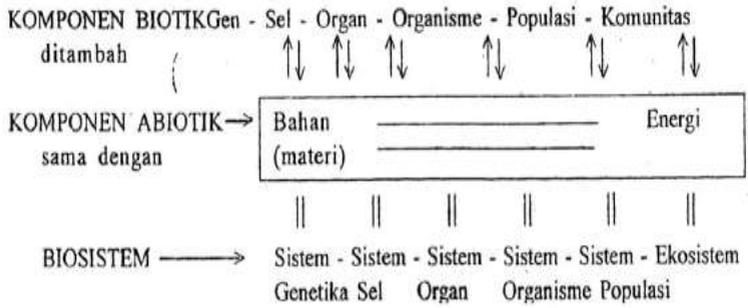
C. Kedudukan Ekologi, dan Hubungannya dengan Ilmu yang Lain

Ekologi merupakan cabang atau bagian kecil dari Biologi. Secara mudahnya, seolah-olah kita mempunyai kue lapis yang dapat dipotong dalam dua cara yang berbeda. Yang pertama dipotong secara mendatar disebut sebagai pembagian dasar karena terdapat ilmu-ilmu dasar seperti morfologi, fisiologi, genetika, ekologi, evolusi, biologi molekuler, dan biologi perkembangan. Yang kedua dipotong secara tegak disebut sebagai pembagian taksonomi yaitu ada zoologi, botani, mikrobiologi dan lain lain. Untuk memudahkan pemahaman dapat dilukiskan berupa kue tiga dimensi sebagai berikut:



Gambar 1.1. Kedudukan Ekologi dengan Ilmu lain

Makhluk hidup atau organisme mempunyai tingkat organisasi yang dimulai dari tingkat yang paling sederhana sampai tingkat organisasi yang paling kompleks, dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1.2. Tingkatan Organisasi Makhluk Hidup

RANGKUMAN

1. Ekologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *oikos*, yang berarti rumah atau tempat tinggal, dan *logos*, yang berarti ilmu.
2. Ekologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari baik interaksi antar makhluk hidup maupun interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya.
3. Berdasarkan atas dasar jumlah, ekologi dibagi menjadi dua yaitu:
 - a. Autoekologi, adalah ekologi yang mempelajari suatu jenis organisme (individu) yang berinteraksi dengan lingkungannya baik lingkungan yang biotik maupun yang abiotik.
 - b. Sinekologi, adalah ekologi yang mempelajari kelompok organisme (masyarakat organisme) sebagai suatu kesatuan yang saling berinteraksi terhadap lingkungannya dalam suatu daerah tertentu.
4. Berdasarkan atas dasar habitat, ekologi dapat dibagi menjadi: ekologi bahari, ekologi terrestrial, ekologi savanna, ekologi perairan tawar, ekologi estuaria, dan sebagainya.

5. Berdasarkan atas dasar taksonomi, ekologi dibagi menjadi: ekologi tumbuhan, ekologi hewan, ekologi manusia, ekologi mikroba, dan sebagainya.

EVALUASI

Jawablah pertanyaan berikut secara tepat!

1. Apa yang membedakan ekologi dengan cabang ilmu biologi lainnya?
2. Siapa ilmuwan yang pertama kali menyampaikan definisi ekologi?
3. Jelaskan perbedaan dari autoekologi dan sinekologi!

BAB II

EKOSISTEM

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Ekosistem
- Komponen Penyusun Ekosistem
- Tingkatan Organisasi dalam Kehidupan
- Homeostatis Ekosistem

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu mengomunikasikan pemahaman mengenai konsep ekosistem.

A. Konsep Dasar Ekosistem



Gambar 2.1. Ekosistem di Laut

Ekologi berhubungan erat dengan tingkatan - tingkatan organisasi makhluk hidup, yaitu populasi, komunitas, dan ekosistem yang saling mempengaruhi dan merupakan suatu sistem yang menunjukkan kesatuan. Interaksi selalu terjadi antara komunitas dan lingkungan

sehingga menciptakan kesatuan ekologi yang disebut ekosistem.

Ekosistem dapat diartikan sebagai suatu kesatuan dari komunitas atau satuan fungsional dari makhluk hidup dengan lingkungannya dimana terjadi antarhubungan atau interaksi. Misalnya, ekosistem pada sawah, padang rumput, maupun di lautan (Gambar 2.1.) Dalam ekosistem itulah makhluk - makhluk hidup saling berinteraksi baik di antara makhluk hidup itu satu sama lain maupun dengan lingkungannya. Pengaruh lingkungan terhadap makhluk hidup disebut sebagai aksi, sebaliknya makhluk hidup mengadakan reaksi terhadap pengaruh dari lingkungan. Pengaruh makhluk hidup yang satu terhadap yang lainnya disebut sebagai koaksi.

B. Komponen Penyusun Ekosistem

Pembahasan ekologi tidak lepas dari pembahasan ekosistem dengan komponen penyusunannya, yaitu faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik antara lain suhu, air, kelembapan, cahaya, dan topografi, sedangkan faktor

biotik adalah makhluk hidup yang terdiri atas manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroba.

1. Faktor Abiotik

Faktor abiotik adalah faktor tak hidup yang meliputi faktor fisik dan kimia. Faktor fisik utama yang mempengaruhi ekosistem adalah suhu, sinar matahari, air, tanah, ketinggian, angin dan garis lintang.

a) Suhu

Suhu berpengaruh terhadap ekosistem karena suhu merupakan syarat yang diperlukan organisme untuk hidup. Ada jenis - jenis organisme yang hanya dapat hidup pada kisaran suhu tertentu.

b) Sinar matahari

Sinar matahari mempengaruhi ekosistem secara global karena matahari menentukan suhu. Sinar matahari juga merupakan unsur vital yang dibutuhkan oleh tumbuhan sebagai produsen untuk berfotosintesis.

c) Air

Air berpengaruh terhadap ekosistem karena air dibutuhkan untuk kelangsungan hidup organisme. Bagi tumbuhan, air diperlukan dalam pertumbuhan, perkecambahan, dan penyebaran biji; bagi hewan dan

manusia, air diperlukan sebagai air minum dan sarana hidup lain. Misalnya transportasi bagi manusia, dan tempat hidup bagi ikan. Bagi unsur abiotik lain, misalnya tanah dan batuan, air diperlukan sebagai pelarut dan pelapuk.

d) Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi organisme. Jenis tanah yang berbeda menyebabkan organisme yang hidup di dalamnya juga berbeda. Tanah juga menyediakan unsur - unsur penting bagi pertumbuhan organisme, terutama tumbuhan.

e) Ketinggian

Ketinggian tempat menentukan jenis organisme yang hidup di tempat tersebut, karena ketinggian yang berbeda akan menghasilkan kondisi fisik dan kimia yang berbeda.

f) Angin

Angin selain berperan dalam menentukan kelembapan juga berperan dalam penyebaran biji tumbuhan tertentu.

g) Garis lintang

Garis lintang yang berbeda menunjukkan kondisi lingkungan yang berbeda pula. Garis lintang secara tak langsung menyebabkan perbedaan distribusi organisme

di permukaan bumi. Terdapat beberapa organisme yang mampu hidup pada garis lintang tertentu saja.

2. Faktor Biotik

Faktor biotik adalah faktor hidup yang meliputi semua makhluk hidup di bumi, baik tumbuhan maupun hewan. Dalam ekologi, tumbuhan berperan sebagai produsen, hewan berperan sebagai konsumen, dan mikroorganisme berperan sebagai *dekomposer* atau pengurai. Menurut fungsinya, komponen biotik yang merupakan semua makhluk hidup yang terdapat dalam suatu ekosistem dapat dibedakan dalam tiga kelompok utama yaitu:

a) Produsen

Kelompok produsen merupakan makhluk hidup yang dapat merombak makanan dari zat - zat anorganik. Umumnya merupakan makhluk - makhluk hidup yang dapat melakukan proses fotosintesa. Tumbuhan termasuk dalam kelompok ini karena memiliki klorofil dan dapat melakukan fotosintesis.

b) Konsumen

Konsumen merupakan kelompok makhluk hidup yang menggunakan atau makan zat - zat organik atau makanan

yang dibuat oleh produsen. Hewan dan manusia merupakan kelompok konsumen.

c) Pengurai

Pengurai atau dekomposer adalah organisme yang menguraikan sisa - sisa makhluk hidup yang sudah mati. Kelompok ini menguraikan zat - zat organik yang terdapat dalam sisa - sisa makhluk yang sudah mati menjadi zat - zat anorganik. Dengan demikian zat - zat anorganik tersebut dapat dipergunakan kembali oleh produsen untuk membentuk zat - zat organik atau makanan. Organisme yang termasuk dalam kelompok pengurai adalah bakteri dan jamur.

C. Tingkatan Organisme dalam Kehidupan

Faktor biotik juga meliputi tingkatan-tingkatan organisme yang meliputi individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer. Tingkatan-tingkatan organisme tersebut dalam ekosistem akan saling berinteraksi, saling mempengaruhi membentuk suatu sistem yang menunjukkan kesatuan.

1. Individu

Pembahasan tentang konsep individu lebih mudah apabila dikaitkan dengan yang terjadi di sekitar kita. Anda tentu pernah melihat seekor kucing sedang tidur, seorang anak sedang berlarian atau sebatang pohon mangga tumbuh di pekarangan. Apa yang Anda lihat tersebut adalah satu makhluk hidup. Satu makhluk hidup yang anda lihat itu disebut individu. Jadi, anda dapat mengatakan bahwa anda sendiri sebagai individu, demikian juga tiap sebatang pohon pisang dalam rumpunnya.

Pernahkah anda menanam mawar dengan steknya? Potongan tangkai mawar itu akan tumbuh menjadi individu baru. Maka, dapat disimpulkan bahwa individu selalu bersifat tunggal.

2. Populasi

Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu disebut populasi. Misalnya populasi yang ada di sawah antara lain sekelompok tanaman padi, sekelompok belalang, sekelompok siput, sekelompok semanggi, sekelempok tikus. Contoh lain yang dapat kita sebut misalnya populasi yang ada di

kolam seperti kumpulan ikan mas, ikan lele, ikan mujaer, belut, cacing, ganggang hijau, teratai dan sebagainya.

Populasi berhubungan dengan individu, waktu dan tempat. Suatu populasi dapat bertambah karena terjadinya kelahiran (natalitas) atau adanya pendatang masuk (imigrasi) dan dapat berkurang karena terjadinya kematian (mortalitas) atau adanya perpindahan keluar (emigrasi). Penurunan jumlah populasi akan terjadi secara mencolok bila terjadi gangguan yang drastis terhadap lingkungannya, seperti karena wabah hama dan penyakit atau bencana alam. Dengan adanya yang lahir, datang meninggal, atau pergi maka populasi itu sifatnya dinamis.

Seperti telah dijelaskan di atas bahwa populasi mengalami pertambahan, karena kelahiran atau adanya pendatang yang menetap serta pengurangan karena kematian dan migrasi atau perpindahan keluar. Populasi juga memiliki sifat penyebaran umur, sifat adaptasi, sifat ketahanan yaitu peluang meninggalkan keturunannya dalam waktu yang panjang dan sifat kepadatan.

Tahukah Anda apakah yang dimaksud dengan kepadatan populasi? Kepadatan populasi adalah besarnya

populasi dalam hubungannya dengan satuan ruang. Umumnya dinyatakan dalam jumlah individu, atau biomassa perencanaan satuan luas atau volume. Kepadatan populasi juga mempengaruhi komunitas atau ekosistem, di samping jenis organismenya.

3. Komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang berada di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Contoh komunitas, misalnya 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 antarkomunitas cukup kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme, tapi juga aliran energi dan makanan. Interaksi antarkomunitas dapat kita amati, misalnya pada daur karbon. Daur karbon melibatkan ekosistem yang berbeda misalnya laut dan darat.

4. Ekosistem

Antara komunitas dan lingkungannya selalu terjadi interaksi. Interaksi ini menciptakan kesatuan ekologi yang disebut ekosistem. Komponen penyusun ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivor, karnivor, dan omnivor), dan dekomposer atau pengurai (mikroorganisme).

5. Biosfer

Seluruh ekosistem di dunia disebut biosfer. Dalam biosfer, setiap makhluk hidup menempati lingkungan yang cocok untuk hidupnya. Lingkungan atau tempat yang cocok untuk kehidupannya disebut habitat. Dalam biologi kita sering membedakan istilah habitat untuk makhluk hidup mikro, seperti jamur dan bakteri, dengan istilah substrat. Dua spesies makhluk hidup dapat menempati habitat yang sama, tetapi tetap memiliki relung (*niche*) berbeda.

Relung adalah status fungsional suatu organisme dalam ekosistem. Dalam relung organisme tersebut dapat berperan aktif, sedangkan organisme lain yang sama habitatnya tidak dapat berperan aktif. Sebagai contoh marilah kita lihat gambaran antara habitat dan relung

sebagai berikut: Tiap jenis makhluk hidup mempunyai tempat hidup yang tertentu, dengan keadaan - keadaan tertentu. Misalnya kecebong, hidup di air yang tergenang, tidak terlalu keruh dan terdapat tumbuhan air. Sehingga kalau kita ingin mencari kecebong kita harus mencarinya pada tempat seperti itu. Tempat hidup dengan keadaan - keadaan tertentu itulah yang disebut habitat. Kita dapat mengatakan habitat adalah “alamat” dari suatu makhluk hidup. Sedangkan pengertian dari relung lebih luas lagi, selain habitatnya menyangkut juga hal tingkah lakunya, kebiasaan makannya dan menduduki tingkat trofik yang mana dalam ekosistemnya. Jadi, relung dari kecebong adalah air yang agak jernih, tergenang, dengan tumbuhan air, dapat berenang, meskipun lebih senang tinggal di dasar genangan atau menempel pada benda - benda seperti batu atau yang lainnya, dan menempati tingkatan trofik sebagai konsumen primer.

Dalam suatu ekosistem umumnya tiap spesies makhluk hidup mempunyai relung tersendiri. Dua jenis makhluk hidup mungkin mempunyai habitat yang sama, tetapi relung yang berbeda. Misalnya siput air dan kecebong menempati habitat yang sama, ialah genangan

air jernih dengan tumbuhan air. Sedangkan relungnya berbeda sebab meskipun keduanya sebagai konsumen primer, tetapi siput tidak berenang. Bila dalam suatu ekosistem terdapat dua spesies makhluk hidup yang menempati relung yang sama, akan terjadilah kompetisi yang hebat, dan salah satu akan kalah. Jadi, secara umum dapat dikatakan dua spesies tidak mungkin menempati relung yang sama dalam waktu yang lama dalam suatu ekosistem.

D. Homeostatis Ekosistem

Homeostatis berasal dari kata *homeo* yang berarti sama dan *statis* artinya berdiri. Dalam ekosistem, terdapat suatu keseimbangan yang disebut dengan homeostatis, yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, homeostatis itu sesungguhnya adalah kestabilan yang dinamis, karena perubahan-perubahan yang terjadi pada ekosistem akan tetap mengarah kepada tercapainya keseimbangan baru.

Keseimbangan ekosistem diatur oleh berbagai faktor yang rumit. Faktor-faktor yang terlibat dalam mekanisme keseimbangan ekosistem antara lain mencakup mekanisme yang mengatur penyimpanan bahan-bahan, pelepasan hara, pertumbuhan organisme dan populasi, proses produksi, serta dekomposisi bahan organik. Ekosistem yang dikatakan seimbang adalah apabila semua komponen baik biotik maupun abiotik berada pada porsi yang seharusnya baik jumlah maupun peranannya dalam lingkungan.

Sebagai contoh, jika musim kemarau tidak ada petani yang menanam padi, ulat dan tikus pemakan batang padi tidak mendapat makanan yang cukup sehingga jumlahnya menurun.

Demikian juga dengan burung pemakan ulat dan ular pemakan tikus, sebagian masih mendapat makanan untuk bertahan hidup dan sebagian lagi akan mati karena tidak kebagian makanan.

Terdapat dua faktor penting yang menyebabkan terganggunya ekosistem yaitu:

- 1) Faktor alam (misalnya: banjir, gempa bumi, gunung meletus, tsunami dsb)

- 2) Faktor manusia (penebangan pohon liar, pembakaran hutan, perburuan hewan terus menerus, penggunaan pupuk berlebihan, pembuangan limbah dan sampah, dsb)

Akibatnya dampak terjadinya ketidakseimbangan ekosistem terhadap makhluk hidup adalah salah satunya sebagai berikut:

- 1) Kepunahan suatu spesies atau populasi
- 2) Kerusakan atau bencana
- 3) Munculnya anomali (keanehan) ekosistem

Agar tidak terjadi kerusakan alam, maka upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem adalah dengan:

- 1) Melakukan perlindungan hutan dengan cara antara lain : menebang hutan secara selektif, melakukan reboisasi, mencegah terjadinya kebakaran hutan, pengadaan taman nasional, cagar alam, suaka margasatwa.
- 2) Menggunakan pestisida dan pupuk sesuai dosis yang dianjurkan dan menggalakan penggunaan pupuk alami.

- 3) Melakukan proses daur ulang untuk sampah yang bisa dimanfaatkan.

RANGKUMAN

1. Hubungan timbal balik ini antara makhluk hidup dengan lingkungannya merupakan satu kesatuan yang membentuk ekosistem.
2. Ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik terdiri atas manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Sedangkan komponen abiotik terdiri atas suhu, cahaya, kelembapan, tanah, udara, dan lain - lain.
3. Di dalam ekologi terdapat tingkatan - tingkatan organisasi kehidupan dari yang terendah sampai tertinggi yaitu individu – populasi – komunitas – ekosistem – biosfer.
4. Dalam ekosistem, terdapat suatu keseimbangan yang disebut dengan homeostatis, yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan.

EVALUASI

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan berikut ini!

1. Di dalam ekologi terdapat tingkatan - tingkatan organisasi kehidupan dari yang terendah sampai tertinggi yaitu individu – populasi – komunitas – ekosistem dan biosfer. Coba Anda jelaskan pengertian dari masing - masing tingkatan organisasi kehidupan tersebut.
2. Coba uraikan komponen - komponen penyusun ekosistem.
3. Pada kolom di bawah ini terdapat jenis - jenis makhluk hidup. Coba isilah dengan tanda \surd (cek) untuk membedakan individu, populasi dan komunitas.

No	Jenis Makhluk Hidup	Pengertian		
		Individu	Populasi	Komunitas
a.	Sebatang pohon jambu			
b.	Sekumpulan kelinci di kandang			
c.	Populasi padi, populasi belalang, populasi siput, populasi ikan kecil di sawah			
d.	Seekor kucing			
e.	Sekumpulan murid di kelas			
f.	Sekumpulan ikan mas di kolam			

BAB III

ENERGI DI DALAM SISTEM EKOLOGI

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Energi
- Konsep Produktivitas
- Klasifikasi Ekosistem berdasarkan Energinya
- Rantai Makanan, Jaring-jaring Makanan, dan Tingkatan Trofik
- Piramida Ekologi

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu menganalisis azas-azas dan konsep energi.

A. Konsep Dasar Energi

Energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Energi diperoleh organisme dari makanan yang dimakannya yang selanjutnya energi tersebut digunakan dalam menjalankan aktivitas hidup. Semua organisme memerlukan energi untuk tumbuh, berkembangbiak, bergerak, dan melaksanakan fungsi-fungsi tubuhnya.

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama kehidupan. Energi yang digunakan sebagai motor penggerak ekosistem adalah energi yang berasal dari cahaya matahari, yang mengalami transformasi energi menjadi energi kimia (bahan-bahan organik) oleh proses fotosintesis pada tumbuhan. Tumbuhan disebut sebagai organisme autotrof karena tumbuhan dapat memenuhi kebutuhan hidupnya sendiri dengan merombak zat anorganik menjadi zat organik dengan bantuan energi cahaya.

Tumbuhan juga disebut sebagai produsen dalam rantai makanan karena dapat menyediakan makanan berupa zat organik bagi organisme lain dari hasil perombakan zat anorganik dengan bantuan energi

cahaya. Energi yang tersimpan dalam bentuk zat organik tersebut digunakan oleh konsumen untuk menjalankan aktivitas hidupnya.

Selain itu, semua organisme dalam ekosistem juga bernafas dan dalam bernafas memerlukan energi, energi tersebut disediakan oleh tumbuhan dan dilepaskan sebagai panas yang sudah tidak dapat dimanfaatkan lagi yang disebut juga *entropy*. Hal ini sesuai dengan Hukum Termodinamika II yang menyatakan bahwa dalam perubahan bentuk energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain, kita tidak akan mendapatkan efisiensi sebesar 100% karena ada sebagian energi yang hilang sebagai panas yang sudah tidak dapat dimanfaatkan lagi.

Terdapat tiga macam energi dalam kehidupan, yaitu energi yang berasal dari cahaya matahari, panas bumi, dan energi nuklir yang berasal dari reaksi nuklir dalam reaktor atom. Energi matahari sebenarnya juga berasal dari reaksi nuklir yang terjadi dan energi tersebut dipancarkan oleh matahari dalam bentuk cahaya. Namun energi yang banyak dipakai ialah energi yang berasal dari cahaya matahari, terutama yang ditambat oleh tumbuhan hijau. Penambatan energi ini terjadi dalam proses

fotosintesis. Fotosintesis ialah pemanfaatan energi cahaya matahari untuk membentuk molekul karbohidrat dari sumber anorganik, yaitu karbon dioksida dan air di dalam kloroplas tumbuhan hijau. Adapun reaksinya sebagai berikut:



Masukan energi cahaya matahari ditentukan oleh termodinamika dari reaksi kimia yang menghasilkan glukosa. Tumbuhan hijau tidak menangkap semua energi cahaya yang ada. Sebagian energi yang diserap digunakan untuk menghasilkan karbohidrat yang lebih kompleks dan senyawa-senyawa lain. Energi yang diasimilasi dalam proses fotosintesis dikurangi oleh tumbuhan dan oleh heterotrof dalam respirasi, dan energi yang dikeluarkan digunakan dalam proses kehidupan tumbuhan tersebut. Oksigen dan glukosa digabungkan untuk menghasilkan air dan karbon dioksida, serta energi dilepaskan sebagai panas. Energi yang terkandung dalam tumbuhan itu menjadi sumber energi makhluk hidup yang lain.

Angin yang sebenarnya merupakan udara yang bergerak juga mengandung energi. Energi angin itu dapat digunakan untuk menggerakkan perahu layar dan kincir angin. Kincir angin dapat digunakan untuk memutar mesin dan membangkitkan listrik. Terjadinya angin disebabkan oleh perbedaan suhu di dua tempat karena perbedaan penyinaran matahari atau perbedaan penyerapan cahaya matahari. Pada siang hari suhu permukaan daratan lebih tinggi dari suhu permukaan laut, karena daratan lebih mudah dipanaskan oleh cahaya matahari daripada air. Sehingga pada siang hari angin bergerak dari laut ke daratan, yang disebut angin laut yang sebenarnya berasal dari energi cahaya matahari.

Air yang mengalir di sungai juga mengandung energi. Apabila sungai dibendung, energi berupa aliran air itu dapat digunakan untuk memutar generator, membangkitkan listrik. Air yang mengalir di sungai berasal dari air laut yang menguap karena penyinaran matahari. Uap terhembus ke daratan, terbentuk awan. Awan berubah menjadi hujan dan sebagian air hujan akan mengisi sungai ataupun perairan yang lain. Jadi,

energi dalam air sungai berasal dari energi cahaya matahari.

Dalam ekologi dikenal adanya Hukum kekekalan energi yaitu Hukum Termodinamika I dan II. Hukum Termodinamika I mengatakan bahwa: Energi yang ada di dunia ini tidak dapat diciptakan, tidak dapat dimusnahkan, hilang ataupun dihancurkan. Yang ada bahwa energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain.

Hukum Termodinamika II mengatakan: Dalam perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain kita tidak mendapatkan efisiensi sebesar 100%. Ada sebagian energi yang hilang dalam bentuk panas yang sudah tidak dapat dimanfaatkan yang disebut entropy.

Bahwa sesungguhnya energi dapat diubah-ubah. Semua energi yang memasuki jasad hidup, populasi atau ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau yang terlepas. Jadi dalam hal ini sistem kehidupan dapat dianggap sebagai pengubah energi. Hal ini berarti pula akan dijumpai di dalamnya berbagai strategi untuk mentransformasikan energi. Oleh sebab itu

sangatlah bermanfaat bagi manusia untuk mempunyai sistem “pembukuan kalori” dari suatu sistem kehidupan.

B. Konsep Produktivitas

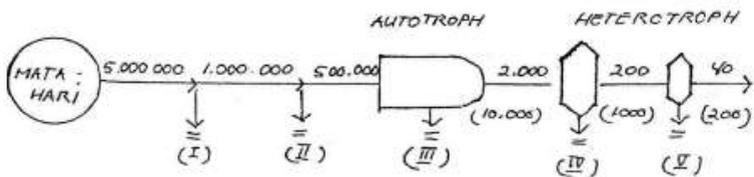
Beberapa konsep yang perlu diketahui mengenai energi dan produktivitas dalam sistem ekologi adalah sebagai berikut:

1. Produktivitas primer kotor, yaitu laju total dari fotosintesis termasuk bahan organik yang habis digunakan di dalam respirasi selama waktu pengukuran. Ini dikenal sebagai “fotosintesis total” atau “asimilasi total”.
2. Produktivitas primer bersih adalah laju penyimpanan bahan organik di dalam jaringan tumbuhan yang merupakan kelebihan dari penggunaan respirasi oleh tumbuhan selama jangka waktu pengukuran. Hal ini disebut juga sebagai “apparent photosynthesis” atau “asimilasi bersih”.
3. Produktivitas komunitas bersih adalah laju penyimpanan bahan organik yang tidak digunakan oleh heterotrof selama jangka waktu yang

bersangkutan, biasanya saat musim pertumbuhan atau setahun.

4. Produktivitas sekunder adalah laju penyimpanan energi pada tingkat konsumen.

Berikut ini adalah diagram arus energi matahari (Kkal/m²/tahun):



Gambar 3.1. Diagram Arus Energi Matahari

Keterangan:

Tanda “=” merupakan simbol kehilangan energi dalam hal ini energi hilang oleh sebab transformasi.

- I. Kehilangan energi dalam bentuk panas di luar bumi, untuk pemanasan atmosfer, pengendalian cuaca dan daur hidrologi.
- II. Kehilangan energi matahari untuk memanaskan ekosistem dan daur mineral.
- III. Kehilangan energi dalam perubahan energi matahari menjadi bahan makanan (dalam tumbuhan).
- IV. Kehilangan energi dalam perubahan dari tumbuhan ke herbivora.
- V. Kehilangan energi dan pemakai primer ke pemakai sekunder.

Harga-harga tersebut merupakan harga yang dibulatkan dan dibuat untuk belahan bumi Utara seperti Amerika Latin. Dapat dilihat dari diagram di atas bahwa selama setahun penuh energi matahari yang hilang dalam bentuk panas sangat besar, dan hal ini terjadi pada waktu energi matahari melewati atmosfer dan lapisan hijau di permukaan bumi. Selain itu, bahan makanan organik yang dihasilkan oleh tanaman dari energi matahari sebagian digunakan oleh tanaman untuk pemeliharaan tubuh dan pertumbuhan tanaman sendiri dan sebagian hilang melalui organisme heterotrof.

Pada rantai makanan dari tumbuhan ke hewan, energi sebesar 80 - 90 % hilang pada tiap tingkat. Ini berarti hanya 10 - 20 % saja yang dapat diteruskan ke tingkat berikutnya. Jadi, dari jutaan kalori energi matahari yang masuk, hanya beberapa ratus saja yang tersisa untuk karnivora dan juga manusia. Meskipun keadaannya seperti itu, tetapi semua energi yang masuk telah dimanfaatkan sepenuhnya untuk kehidupan biosfer. Dalam hal ini energi cahaya matahari yang melewati atmosfer, lautan, dan lapisan hijau biosfer mampu meneruskan sampai tingkat yang dapat ditahan oleh

kehidupan, mengatur daur hidrologik dan menggerakkan sistem cuaca biosfer.

Keseimbangan antara panas dan energi di bumi ini sangatlah baik, sehingga hanya dengan perubahan kecil dari konstanta matahari atau gerakan atmosfer telah mampu menyebabkan adanya perubahan iklim di bumi. Apabila panas bumi dikurangi sedikit saja diduga akan mampu membawa bumi ke jaman es, sedangkan apabila dinaikkan sedikit saja panas bumi akan mampu mencairkan es di kutub-kutub, dan menaikkan permukaan air laut yang selanjutnya akan menggenangi bagian daratan.

Beberapa metode yang digunakan untuk mengukur produktivitas yaitu: 1) metode panen, 2) pengukuran oksigen, dan 3) metode karbon dioksida.

C. Klasifikasi Ekosistem berdasarkan Energinya

Energi dapat digunakan sebagai dasar utama dalam penggolongan (klasifikasi) ekosistem. Energi merupakan kekuatan utama dalam ekosistem. Sumber dan jumlah energi yang diperoleh akan menentukan jenis dan jumlah

organisme, dan pola fungsional maupun perkembangan dari proses-proses dalam ekosistem tersebut. Klasifikasi ekosistem berdasarkan energinya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Klasifikasi Ekosistem berdasarkan Energinya

No.	Jenis Ekosistem	Arus Energi tahunan (Kkal/m ²)
1.	Ekosistem alam bertenaga matahari yang tidak disubsidi (<i>Unsubsidized Natural Solar-Powered Ecosystem</i>) Contoh : ekosistem lautan terbuka, ekosistem hutan pegunungan dll	1000 - 10.000 rata-rata 2000
2.	Ekosistem alam bertenaga matahari yang disubsidi secara alamiah (<i>Naturally Subsidized Solar-Powered Ecosystem</i>) Contoh: ekosistem pasang surut, hutan tropis basah dll.	10.000 - 40.000 rata-rata 20.000
3.	Ekosistem bertenaga matahari yang disubsidi oleh manusia (<i>Man Subsidized Solar-Powered Ecosystem</i>) Contoh : ekosistem pertanian, peternakan, perikanan dll.	20.000 - 50.000 rata-rata 30.000

No.	Jenis Ekosistem	Arus Energi tahunan (Kkal/m ²)
4.	Sistem kota-industri bertenaga bahan bakar (<i>Fuel Powered urban-Industrial System</i>) Sistem ini dijalankan dengan dana dan tenaga manusia, dimana bahan bakar menggantikan matahari sebagai sumber energi utama.	100.000 - 3.000.000 rata-rata 2.000.000

Dipandang dari segi sumber energi, ekosistem dapat dibagi menjadi 2 macam:

1. Ekosistem dengan sumber energi berasal dari cahaya matahari (*solar powered*)
2. Ekosistem dengan sumber energi berasal dari bahan bakar (*fuel*)

Kedua sumber energi tersebut dapat dimanfaatkan secara bersama-sama dalam beberapa keadaan. Meskipun energi matahari menimpa bumi cukup banyak, radiasi matahari harus diminimalisir karena hanya sebagian kecil saja yang jatuh di permukaan bumi dapat dimanfaatkan oleh organisme. Sistem alam yang sangat tergantung cahaya matahari langsung disebut dengan ekosistem alam

bertenaga matahari yang tidak disubsidi. Sistem ini tidak disubsidi dalam pengertian bahwa tidak ada atau sedikit sekali sumber energi lain yang melengkapi radiasi matahari.

Keadaan masing-masing ekosistem di atas berbeda-beda tetapi pada umumnya tenaga kecil, produktivitasnya rendah, dan kemampuan untuk menghasilkan suatu produk juga rendah. Organisme yang mendiami pada ekosistem ini dapat menyesuaikan hidupnya dan biasanya mampu menggunakan energi dari berbagai sumber secara efisien. Ekosistem ini berperan penting dalam sistem ekologi karena jumlahnya yang sangat besar (70%). Ekosistem ini dapat dipandang sebagai pendukung kehidupan utama di bumi dan berperan sebagai penyangga stabilitas ekosistem dunia. Karena oleh ekosistem ini udara dimurnikan, air didaurulangkan, iklim diatur, cuaca dijaga goncangannya dll.

Subsidi energi adalah sumber energi pembantu yang dapat menurunkan biaya satuan dari ekosistem dan oleh karenanya mampu meningkatkan jumlah energi matahari yang dapat diubah menjadi hasil-hasil organik. Subsidi ini dapat berasal dari: 1) Alam (*naturally subsidized*), dan

2) Manusia (*man subsidized*).

Daerah estuari pantai merupakan contoh dari ekosistem yang disubsidi oleh alam, yaitu adanya energi pasang dan surut, gelombang dan arus laut. Oleh karena itu gerakan pasang surut ini merupakan contoh konkret adanya proses daur ulang mineral dan unsur-unsur makanan, maka dari itu organisme di daerah estuari lebih mampu memusatkan tenaganya untuk mengubah energi matahari menjadi bahan organik. Dengan demikian daerah estuari cenderung lebih subur dibandingkan ekosistem lain yang tidak mendapatkan subsidi energi.

Manusia mempunyai pengalaman dalam mengubah dan mensubsidi alam untuk kepentingannya. Pengalaman ini tidak hanya dalam meningkatkan produktivitas tetapi juga dalam menyalurkan produktivitas itu menjadi makanan atau bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Ekosistem pertanian, perikanan, peternakan merupakan ekosistem alam yang disubsidi oleh manusia.

Selanjutnya, ekosistem bertenaga bahan bakar dikenal dalam sistem industri perkotaan. Energi bahan bakar lebih banyak menggantikan dan bukan melengkapi

energi matahari. Ekosistem perkotaan yang berpenduduk padat akan memerlukan energi yang sangat besar. Kenyataan yang lain ialah ekosistem bertenaga bahan bakar merupakan ekosistem yang tidak lengkap dan selalu tergantung pada ekosistem lain. Oleh karena itu selain bahan bakar, kota harus mengambil bahan makanan dari daerah sekitarnya dan kota masih harus didukung oleh daerah penghasil air, penghasil bahan makanan, dan penghasil bahan bakar.

D. Rantai Makanan, Jaring-jaring Makanan, dan Tingkatan Trofik

Dalam suatu ekosistem selalu terjadi adanya saling ketergantungan antara organisme dengan organisme serta organisme dengan lingkungannya, hal itu menyebabkan adanya aliran energi di dalam ekologi. Di dalam suatu ekosistem terdapat struktur dan tingkat trofik dari organisme yang menyebabkan terjadi rantai makanan, aliran energi dan siklus materi (biokimia).

Rantai makanan adalah pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme

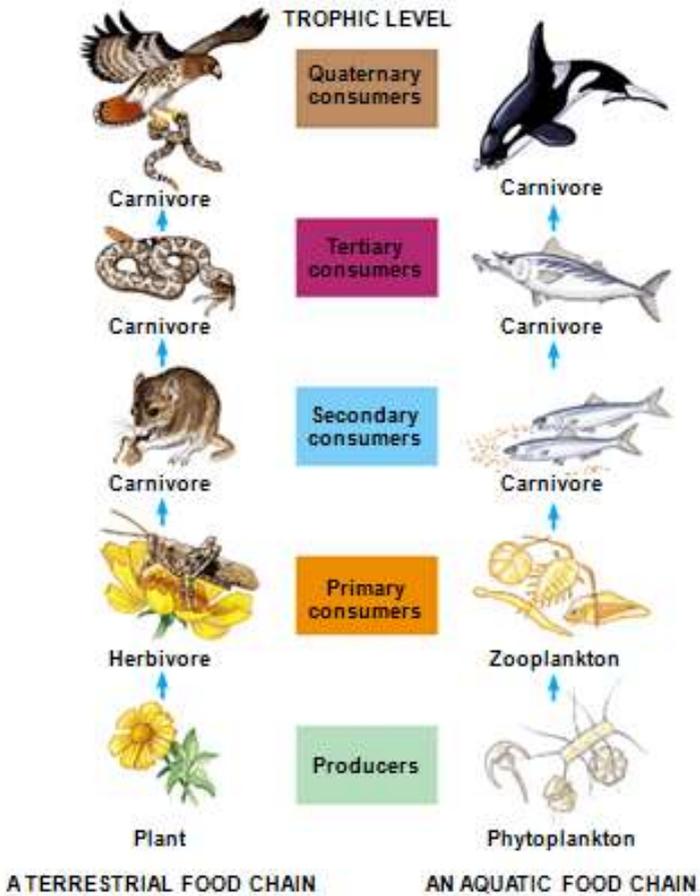
yang makan dan yang dimakan. Sedangkan tingkatan trofik adalah urutan tingkat makan memakan yang terdapat pada suatu ekosistem. Tumbuhan berklorofil dapat membuat makanan sendiri dengan proses fotosintesis, maka dari itu tumbuhan disebut sebagai produsen. Sedangkan semua hewan yang memakan produsen disebut konsumen pertama. Misalnya ulat yang makan tumbuhan disebut konsumen pertama.

Selanjutnya, burung makan ulat maka burung ini disebut konsumen kedua. Kemudian burung itu dimakan ular pohon, maka ular pohon itu disebut konsumen ketiga. Jika ular pohon tadi dimakan burung elang maka burung elang itu disebut konsumen keempat dan seterusnya.

Jika diurutkan peristiwa makan memakan tersebut di atas, maka akan diperoleh urutan sebagai berikut:
Tumbuhan → ulat → burung → ular pohon → burung elang
Maka peristiwa urutan makan memakan antar organisme disebut rantai makanan.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih tentang rantai makanan ini, dapat diberikan contoh sebagai

berikut: Tikus makan jagung, tikus menjadi makanan ular sawah, ular sawah menjadi makanan burung elang.



Gambar 3.2. Rantai Makanan di Daratan dan di Lautan

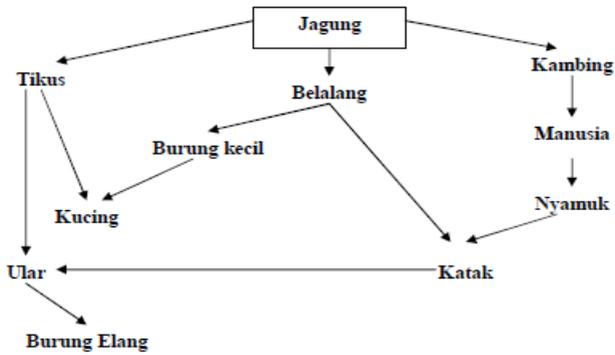
Dalam contoh tersebut di atas tanaman jagung sebagai produsen, tikus merupakan konsumen tingkat pertama, ular sawah sebagai konsumen tingkat kedua, burung elang sebagai konsumen tingkat ketiga. Sebagai pengurai adalah bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya yang memakan sisa - sisa atau bangkai dari tumbuh - tumbuhan atau hewan - hewan tersebut. Apabila diperhatikan akan jelas bahwa produsen hampir selamanya merupakan tumbuhan berhijau daun, dengan bantuan sinar matahari membentuk makanan. Konsumen tingkat pertama adalah hewan - hewan pemakan tumbuhan (herbivora), sedangkan konsumen tingkat dua - tiga dan seterusnya merupakan hewan - hewan pemakan daging (karnivora).

Selanjutnya, apabila kita mencoba menyusun rantai - rantai makanan dari suatu habitat, tentu ada satu organisme yang disukai oleh lebih dari satu organisme. Sebaliknya tentu ada satu organisme yang suka makan lebih dari satu organisme. Sehingga kalau diperhatikan rantai makanan tersebut menjadi saling silang (jaring - jaring). Bentuk rantai makanan yang demikian tadi disebut jaring - jaring

makanan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa beberapa kumpulan rantai makanan itu disebut jaring - jaring makanan. Contoh yang dapat dilihat dalam kehidupan sehari - hari adalah rumput. Rumput dimakan oleh belalang, ulat, kambing, ayam, kuda, sapi dan sebagainya. Begitu pula kelinci dapat dimakan oleh ular dan serigala.

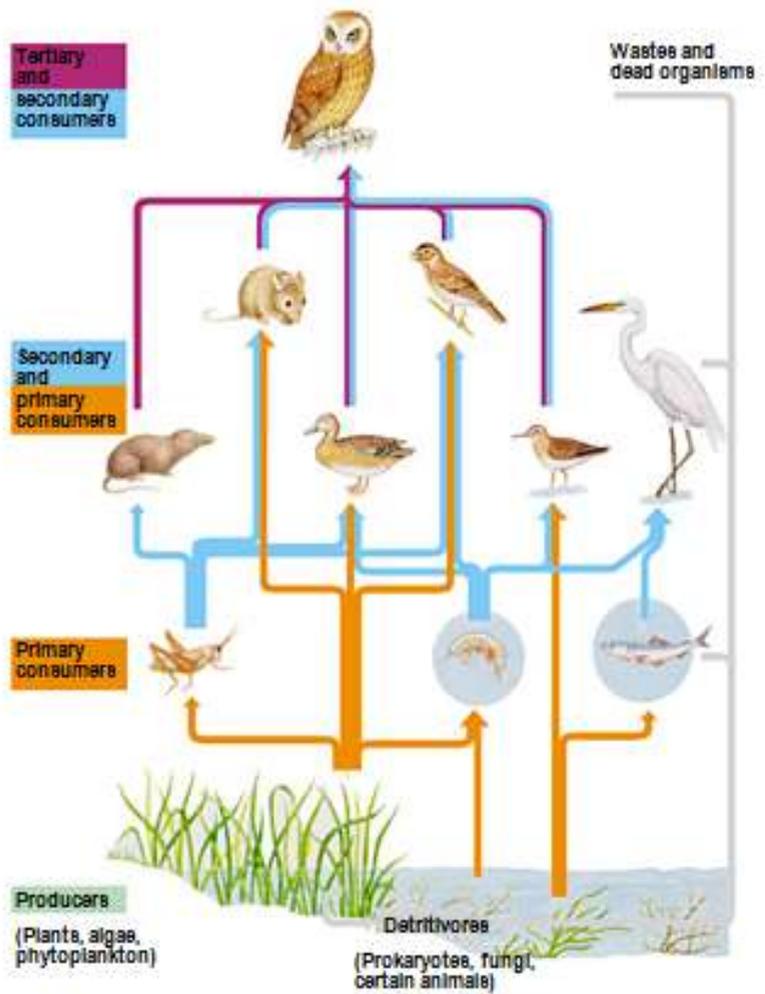
Namun jagung tidak selalu dimakan tikus. Tikus tidak selalu dimakan ular sawah dan ular sawah tidak selalu dimakan burung elang dan seterusnya.

Tetapi jagung dapat dimakan belalang, kambing, atau manusia misalnya. Tikus dimakan kucing, belalang dimakan burung kecil, manusia digigit nyamuk dan seterusnya. Dapat dilihat pada bagan di samping:



Gambar 3.3. Bagan Jaringan-jaring Makanan

Panah - panah di atas menunjukkan proses saling makan, semua berpangkal pada satu, yaitu tumbuhan. Dengan melihat pada panah - panah itu yang jalin menjalin, dapat dikatakanlah bagan di atas sebagai jaring – jaring makanan. Umumnya dalam setiap ekosistem di alam ini terdapatlah jaring – jaring makanan.



Gambar 3.4. Jaring-jaring Makanan

Salah satu cara suatu komunitas berinteraksi adalah dengan peristiwa makan dan dimakan, sehingga terjadi

pemindahan energi, elemen kimia, dan komponen lain dari satu bentuk ke bentuk lain di sepanjang rantai makanan. Organisme dalam kelompok ekologi yang terlibat dalam rantai makanan digolongkan dalam tingkat-tingkat trofik. Tinggi trofik tersusun dari seluruh organisme pada rantai makanan yang bernomor sama dalam tingkat memakan.

Tumbuhan yang menghasilkan gula lewat proses fotosintesis hanya memakai energi cahaya dan CO₂ dari udara. Oleh karena itu, tumbuhan tersebut digolongkan dalam tingkat trofik pertama. Hewan herbivora atau organisme yang memakan tumbuhan termasuk anggota tingkat trofik kedua. Karnivora yang secara langsung memakan herbivora termasuk tingkat trofik ketiga, sedangkan karnivora yang memakan karnivora di tingkat trofik tiga termasuk dalam anggota tingkat trofik keempat.

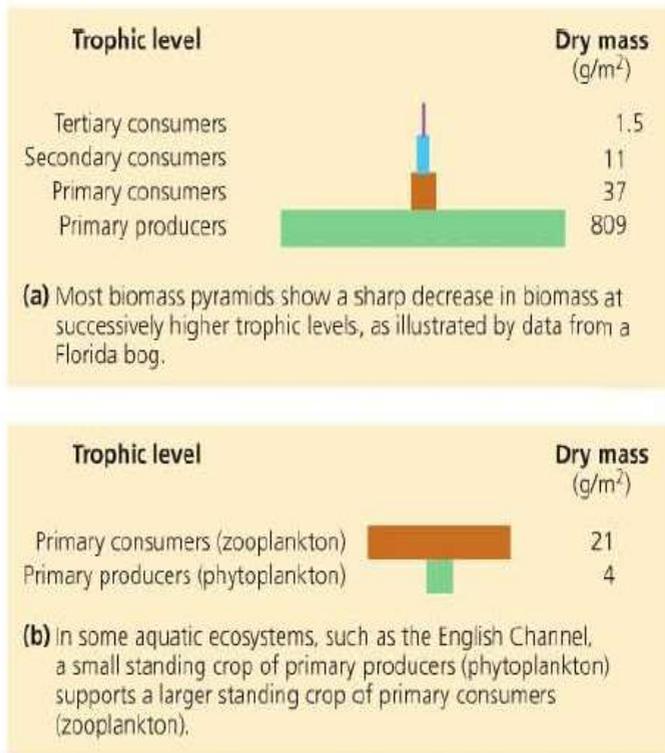
E. Piramida Ekologi

Struktur trofik pada ekosistem dapat disajikan dalam bentuk piramida ekologi. Terdapat tiga jenis piramida

ekologi, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi. Penjelasananya adalah sebagai berikut:

1. Piramida Jumlah

Piramida jumlah didasarkan atas jumlah organisme di tiap tingkat trofik. Organisme dengan tingkat trofik masing - masing dapat disajikan dalam piramida jumlah. Organisme di tingkat trofik pertama biasanya paling melimpah, sedangkan organisme di tingkat trofik kedua, ketiga, dan selanjutnya makin berkurang. Dapat dikatakan bahwa pada kebanyakan komunitas normal, jumlah tumbuhan selalu lebih banyak daripada organisme herbivor. Demikian pula jumlah herbivor selalu lebih banyak daripada jumlah karnivor tingkat I. Karnivor tingkat I juga selalu lebih banyak daripada karnivor tingkat II.



Gambar 3.5. Piramida Biomassa

2. Piramida Biomassa

Seringkali piramida jumlah yang sederhana kurang membantu dalam memperagakan aliran energi dalam ekologi. Penggambaran yang lebih realistis dapat dijelaskan dengan piramida biomassa. Biomassa adalah ukuran berat materi hidup di waktu tertentu. Untuk

mengukur biomassa di tiap tingkat trofik maka rata - rata berat organisme di tiap tingkat harus diukur kemudian barulah jumlah organisme di tiap tingkat diperkirakan.

Piramida biomassa berfungsi menggambarkan perpaduan massa seluruh organisme di habitat tertentu, dan diukur dalam gram. Untuk menghindari kerusakan habitat maka biasanya hanya diambil sedikit sampel dan diukur, kemudian total seluruh biomassa dihitung. Dengan pengukuran seperti ini akan di dapat informasi yang lebih akurat tentang apa yang terjadi pada ekosistem.

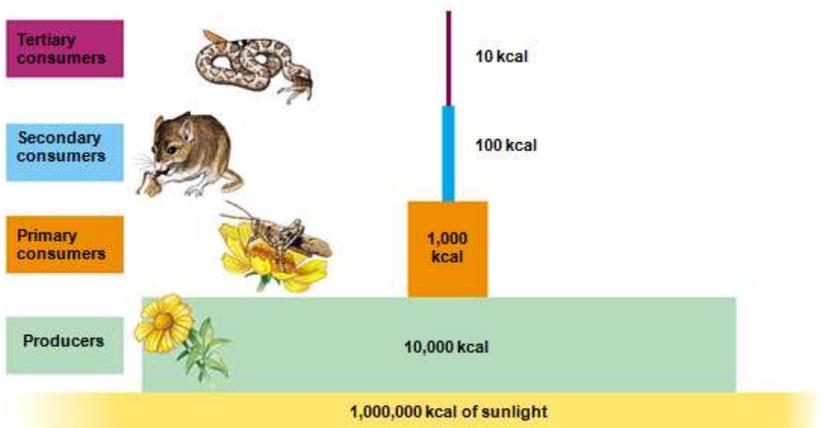
3. Piramida Energi

Seringkali piramida biomassa juga tidak selalu memberi informasi yang menyeluruh tentang ekosistem tertentu. Lain dengan piramida energi yang dibuat berdasarkan observasi yang dilakukan dalam waktu yang lama. Piramida energi mampu memberikan gambaran paling akurat tentang aliran energi dalam ekosistem.

Pada piramida energi terjadi penurunan sejumlah energi berturut - turut yang tersedia di tingkat trofik.

Berkurangnya energi yang terjadi di setiap trofik terjadi karena hal - hal berikut:

- 1) Hanya sejumlah makanan tertentu yang ditangkap dan dimakan oleh tingkat trofik selanjutnya.
- 2) Beberapa makanan yang dimakan tidak bisa dicernakan dan dikeluarkan sebagai sampah.
- 3) Hanya sebagian makanan yang dicerna menjadi bagian dari tubuh organisme, sedangkan sisanya digunakan sebagai sumber energi.



Gambar 3.6. Piramida Energi

RANGKUMAN

1. Energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Energi diperoleh organisme dari makanan yang dimakannya yang selanjutnya energi tersebut digunakan dalam menjalankan aktivitas hidup.
2. Produktivitas primer kotor, yaitu laju total dari fotosintesis termasuk bahan organik yang habis digunakan di dalam respirasi selama waktu pengukuran. Ini dikenal sebagai “fotosintesis total” atau “asimilasi total”.
3. Produktivitas primer bersih adalah laju penyimpanan bahan organik di dalam jaringan tumbuhan yang merupakan kelebihan dari penggunaan respirasi oleh tumbuhan selama jangka waktu pengukuran. Hal ini disebut juga sebagai “apparent photosynthesis” atau “asimilasi bersih”.
4. Produktivitas komunitas bersih adalah laju penyimpanan bahan organik yang tidak digunakan oleh heterotrof selama jangka waktu yang bersangkutan, biasanya saat musim pertumbuhan atau setahun.

5. Produktivitas sekunder adalah laju penyimpanan energi pada tingkat konsumen.
6. Beberapa metode yang digunakan untuk mengukur produktivitas yaitu: metode panen, pengukuran oksigen, dan metode karbon dioksida.
7. Energi dapat digunakan sebagai dasar utama dalam penggolongan ekosistem. Sumber dan jumlah energi yang diperoleh akan menentukan jenis dan jumlah organisme, dan pola fungsional maupun perkembangan dari proses-proses dalam ekosistem.
8. Rantai makanan adalah pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme yang makan dan yang dimakan.
9. Beberapa kumpulan rantai makanan disebut jaring - jaring makanan.
10. Tingkatan trofik adalah urutan tingkat makan memakan yang terdapat pada suatu ekosistem.
11. Struktur trofik pada ekosistem disajikan dalam bentuk piramida ekologi. Terdapat tiga jenis piramida ekologi, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.

EVALUASI

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan soal berikut ini!

1. Apakah yang dimaksud dengan energi?
2. Jelaskan perbedaan dari produktivitas primer kotor, produktivitas primer bersih, produktivitas sekunder, dan produktivitas komunitas bersih?
3. Gambarkan satu contoh rantai makanan dan jaring-jaring makanan yang terjadi di lautan!
4. Mengapa tumbuhan berklorofil selalu disebut sebagai produsen?
5. Sebutkan dan jelaskan macam-macam piramida ekologi!

BAB IV

DAUR BIOGEOKIMIA

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Daur Biogeokimia
- Tipe dan Pola Daur Biogeokimia

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu menganalisis daur biogeokimia. ruang lingkup ekologi.

A. Konsep Dasar Daur Biogeokimia

Energi yang menjadi penggerak sistem kehidupan dari hampir semua makhluk hidup berasal dari matahari, sedangkan materi untuk membangun tubuh organisme berasal dari bumi. Oleh karena itu setiap organisme terdiri atas materi yang juga menjadi bagian dari bumi. Umumnya beberapa unsur terpaut bersama dalam suatu senyawa kimia. Unsur - unsur ini merupakan materi dasar baik dari jasad hidup (manusia, tikus, rumput dan sebagainya) maupun dari benda mati. Sebagian besar dari unsur - unsur kimia yang telah kita ketahui, mempunyai peranan kecil dalam penyusunan jasad hidup. Selanjutnya perbandingan unsur - unsur dalam jasad hidup berbeda dengan perbandingan unsur - unsur dalam benda mati. Dengan kata lain, untuk pertumbuhan tubuhnya organisme hanya mengambil materi tertentu dari benda mati.

Unsur - unsur tersebut melakukan suatu peredaran atau sirkulasi, suatu hal yang tidak terjadi (terdapat) pada arus energi. Unsur - unsur ini bergerak dari benda mati ke dalam jasad

hidup, kembali ke benda mati, masuk lagi ke dalam jasad hidup dan demikianlah seterusnya. Sirkulasi demikian disebut daur (Yunani: *kyklos* = lingkaran). Daur atau siklus tersebut dinamakan biogeokimia.

Biogeokimia adalah pertukaran atau perubahan yang terus menerus, antara komponen biosfer yang hidup dengan tak hidup. Dalam suatu ekosistem, materi pada setiap tingkat trofik tidak hilang. Materi berupa unsur-unsur penyusun bahan organik tersebut didaur-ulang. Unsur-unsur tersebut masuk ke dalam komponen biotik melalui udara, tanah, dan air. Daur ulang materi tersebut melibatkan makhluk hidup dan faktor abiotik sehingga disebut daur biogeokimia. Daur biogeokimia memiliki fungsi sebagai daur materi yang mengembalikan semua unsur-unsur kimia yang sudah terpakai oleh semua yang ada di bumi baik komponen biotik maupun komponen abiotik, sehingga kelangsungan hidup di bumi dapat terjaga.

B. Tipe dan Pola Daur Biogeokimia

Dalam suatu ekosistem, materi pada setiap tingkat trofik tidak hilang, tetapi materi berupa unsur-unsur penyusun bahan organik tersebut didaur-ulang. Daur biogeokimia tidak hanya melalui organisme, tetapi juga melibatkan reaksi-reaksi kimia dalam lingkungan abiotik.

Berdasarkan sumber yang ada di alam, daur biogeokimia dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

1. Tipe Gas

Sebagai sumbernya atmosfer dan lautan (hidrosfer), daur ini dianggap relatif lebih sempurna, sebab ada pengendalian umpan balik aktif alam. Misalnya daur nitrogen dan daur karbon.

2. Tipe Sedimen

Tipe sedimen berarti bahwa sumbernya adalah batuan (kerak) bumi. Daur pada tipe ini cenderung tidak sempurna karena lebih mudah terganggu sebab sebagian besar dari bahan daur ini berasal dari sumber yang relatif tidak aktif dan tidak bergerak di dalam kerak bumi.

Misalnya daur fosfor dan daur kalium.

Adapun macam-macam daur biogeokimia yang diketahui antara lain daur karbon (C), daur oksigen (O_2), daur nitrogen (N), daur phosphor (P), dan daur sulfur (S).

1. Daur Oksigen (O_2)

Berdasarkan gambar 4.1 tampak bahwa dari 21% oksigen berada di alam; distribusi oksigen di atmosfer sebesar 0,05%; oksigen di litosfer sebesar 99,5% sementara oksigen di biosfer sebesar 0,01%. Daur oksigen diawali dari proses fotolisis hasil peruraian H_2O saat fotosintesis terbentuk O_2 dan H^+ , selanjutnya oksigen mengalami pelapukan dan akan kembali ke daratan lalu dari daratan juga mengalami pelapukan dan pelindihan yang menghasilkan O_2 lagi. Sebagian besar O_2 digunakan selama respirasi seluler oleh makhluk hidup aerob untuk menghasilkan tenaga.

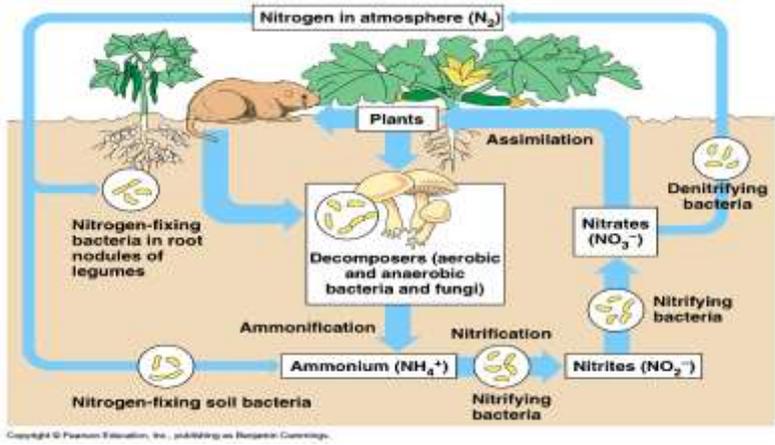


Gambar 4.1. Daur Oksigen

2. Daur Nitrogen (N)

Unsur nitrogen (N) di dalam tubuh makhluk hidup merupakan salah satu komponen senyawa organik seperti protein, asam nukleat, vitamin dan hormon. Sementara itu, N di udara sebanyak 78% dalam bentuk gas N₂. Gas N₂ tersebut dapat berubah menjadi NH₃ baik secara fisik (dengan tekanan yang sangat tinggi/petir atau elektromagnetis) maupun akibat aktivitas mikroorganisme simbiotik (*Rhizobium*) dengan tumbuhan legume dan juga akibat aktivitas nonsimbiotik (*Nostoc* dan *Anabaena*).

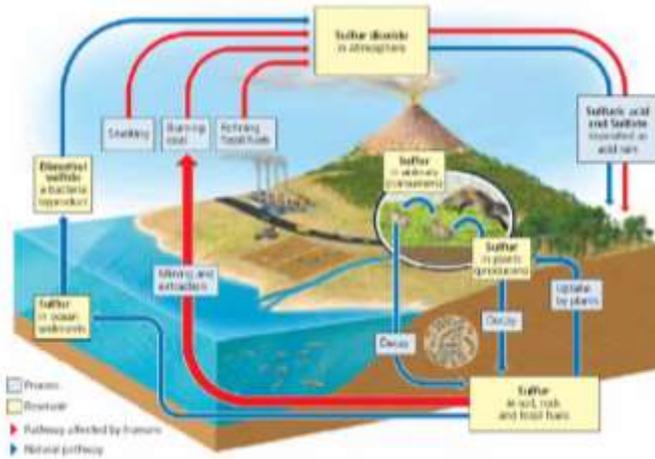
Prosesnya diawali dengan gas NH_3 yang dengan adanya gravitasi bumi akan jatuh ke daratan. Selanjutnya, gas NH_3 akan diserap oleh tumbuhan maupun mikroorganisme untuk membentuk protein. Seperti juga pada daur karbon, keberadaan herbivor, omnivor dan karnivor, pada gilirannya secara tidak langsung akan membentuk protein hewani dan berarti terjadi daur nitrogen. Di dalam tanah NH_3 mengalami nitrifikasi yakni perubahan NH_3 menjadi nitrit (NO_2). Selanjutnya, diubah oleh *Nitrobacter* menjadi senyawa anorganik yang mengandung nitrat (NO_3). Kemudian NO_3 akan diserap oleh tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang, salah satunya untuk membentuk protein di bawah kendali sistem DNA dan RNA di dalam sel. Di sisi lain, NO_3 dapat berubah kembali menjadi gas N_2 dan kembali ke udara (proses denitrifikasi) akibat aktivitas bakteri denitrifikasi yakni *Pseudomonas*. Sementara itu, industri pabrik pupuk urea juga merupakan industri yang berperan dalam daur N di alam karena digunakan oleh tumbuhan sebagai sumber NH_3 berdasarkan reaksi kimia: Urea $\{(\text{NH}_3)_2\text{CO}\}$ dengan aktivitas enzim urease diubah menjadi 2NH_3 dan CO_2 .



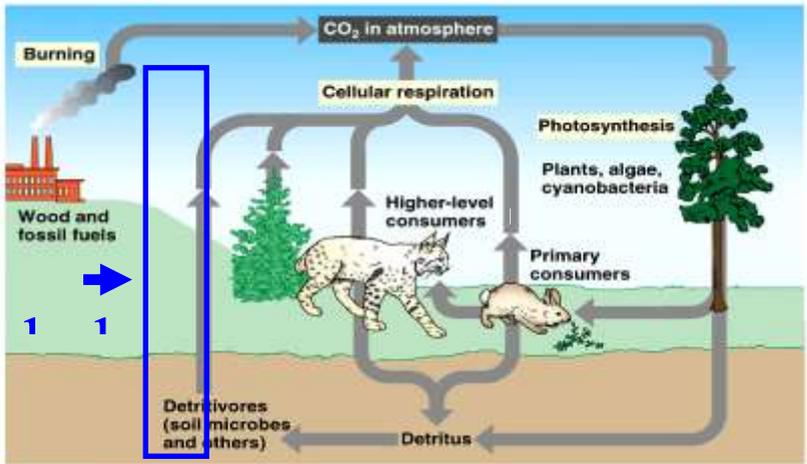
Gambar 4.2. Daur Nitrogen

3. Daur Karbon (C)

Karbondioksida di atmosfer berada dalam kadar 0,03%. Dengan adanya fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan dan makhluk hidup fotosintetik lainnya (Algae; Cyanobakteria) dan CO_2 udara serta H_2O dihasilkan karbohidrat ($\text{C}_x\text{H}_{2x-2}\text{O}_x$). Karbohidrat digunakan oleh makhluk hidup tersebut untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Berdasarkan aliran energi, terjadi tingkatan makhluk hidup dimulai dengan tumbuhan sebagai produsen sekunder, sehingga secara tidak langsung semua makhluk hidup menggunakan CO_2 di udara. Sementara semua makhluk hidup juga melakukan respirasi untuk menghasilkan energi dan sebagai hasil sampingan respirasi adalah CO_2 yang akan kembali ke atmosfer.



Gambar 4.3. Daur Karbon



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

4. Daur Sulfur (S)

Sumber daur sulfur berasal dari gunung berapi yang mengeluarkan gas H_2S yang kemudian menjadi H_2SO_2 dan selanjutnya menjadi $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$; sebagian lagi berasal dari industri kimia (baik pupuk ZA, bahan pemutih, detergen maupun pabrik kertas) yang seringkali menghasilkan limbah dan mengandung S baik yang berupa SO_4 ; SO_2 atau S dan H_2S . Sementara hasil industri pupuk ammonium sulfat $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ atau banyak dikenal dengan ZA digunakan sebagai salah satu pupuk anorganik sebagai sumber S untuk tumbuhan. Sebagian lagi merupakan hasil antara pupuk ZA yang juga dapat membentuk senyawa yang mengandung SO_2 yang selanjutnya menjadi senyawa asam H_2SO_4 .

Senyawa anorganik dapat diubah oleh bakteri perombak sulfat. Jika kandungan SO_4 ; SO_2 yang banyak dibebaskan ke udara sebagai asap dan bercampur dengan air akan terbentuk hujan asam. Sementara itu, senyawa S di dalam makhluk hidup sebagian besar digunakan sebagai bahan asam amino esensial sistein; sisten dan metionin merupakan penyusun protein. Selain itu, sisa makhluk hidup yang mengalami kematian dan akibat

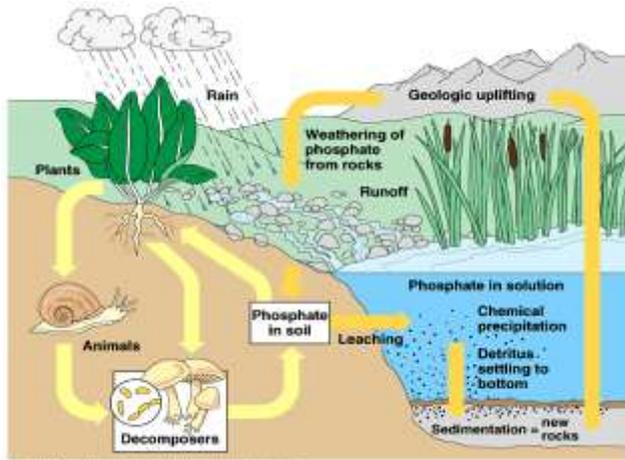
aktivitas mikroorganisme perombak atau pengurai juga merupakan sumber unsur S di alam.

5. Daur Fosfor (P)

Posfor merupakan elemen penting dalam kehidupan karena semua makhluk hidup membutuhkan posfor dalam bentuk ATP (*Adenosine Tri Phosphate*), sebagai sumber energi untuk metabolisme sel. Posfor terdapat di alam dalam bentuk ion fosfat (PO_4^{3-}). Ion fosfat juga ditemukan dalam bebatuan.

Adanya peristiwa erosi dan pelapukan menyebabkan fosfat terbawa menuju sungai hingga laut membentuk sedimen. Adanya pergerakan dasar bumi menyebabkan sedimen yang mengandung fosfat muncul ke permukaan. Di darat tumbuhan mengambil fosfat yang terlarut dalam air tanah. Herbivora mendapatkan fosfat dari tumbuhan yang dimakannya dan karnivora mendapatkan fosfat dari herbivora yang dimakannya. Seluruh hewan mengeluarkan fosfat melalui urin dan feses. Bakteri dan jamur mengurai bahan-bahan anorganik di dalam tanah

lalu melepaskan pospor kemudian diambil oleh tumbuhan.



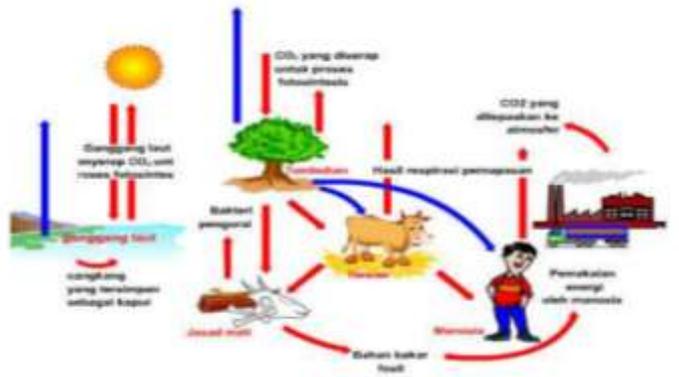
RANGKUMAN

1. Daur biogeokimia adalah pertukaran atau perubahan yang terus menerus, antara komponen biosfer yang hidup dengan tak hidup yang mana perubahannya bersifat kimiawi.
2. Daur biogeokimia memiliki fungsi sebagai daur materi yang mengembalikan semua unsur-unsur kimia yang sudah terpakai oleh semua yang ada di bumi baik komponen biotik maupun komponen abiotik, sehingga kelangsungan hidup di bumi dapat terjaga.
3. Berdasarkan sumber yang ada di alam, daur biogeokimia dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu: tipe gas dan tipe sedimen.
4. Macam-macam daur biogeokimia yang diketahui antara lain daur karbon (C), daur oksigen (O₂), daur nitrogen (N), daur phosphor (P), dan daur sulfur (S).

EVALUASI

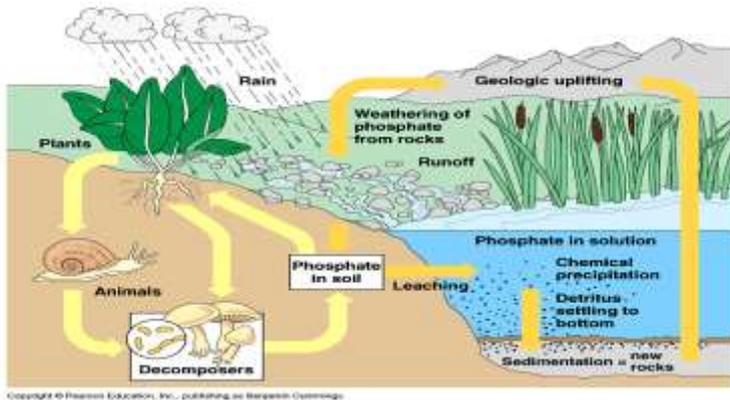
Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan soal berikut ini!

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan daur biogeokimia?
2. Jelaskan perbedaan daur biogeokimia berdasarkan tipe gas dan tipe sedimen!
3. Berdasarkan gambar berikut, identifikasilah mana yang termasuk daur oksigen dan daur karbon serta jelaskan proses dari kedua daur tersebut!



4. Gambarkan dan jelaskan daur nitrogen!
5. Gambarkan dan jelaskan daur sulfur!

6. Berdasarkan gambar daur di bawah ini, jelaskan setiap tahapannya dengan kalimatmu sendiri!



BAB V

FAKTOR PEMBATAS

Yang akan dipelajari:

- Hukum Minimum Liebig
- Hukum Toleransi Shelford
- Faktor-faktor Fisik-Kimia sebagai Faktor Pembatas
- Indikator Ekologi

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu menganalisis faktor-faktor pembatas.

Suatu organisme di dalam perkembangan dan pertumbuhannya akan ditentukan oleh bahan atau faktor penting yang dalam keadaan minimum, faktor inilah yang disebut faktor pembatas. Di bawah keadaan normal, bahan penting yang tersedia dalam jumlah yang mendekati minimum cenderung merupakan pembatas.

A. Hukum Minimum Liebig

Hukum ini pertama kali dikemukakan oleh Justus Von Liebig pada tahun 1840. Liebig merupakan perintis dalam pengkajian pengaruh berbagai faktor terhadap pertumbuhan tanaman. Liebig menemukan bahwa pertumbuhan suatu tanaman seringkali dibatasi bukan oleh hara yang diperlukan dalam jumlah banyak, seperti karbondioksida dan air melainkan oleh beberapa bahan mentah seperti boron yang diperlukan dalam jumlah sedikit dan sangat langka di dalam tanah.

Pernyataan bahwa “pertumbuhan suatu tanaman tergantung pada jumlah bahan makanan yang disediakan baginya dalam jumlah minimum” terkenal sebagai Hukum Minimum Liebig.

B. Hukum Toleransi Shelford

Selain Hukum Minimum Liebig dikenal juga adanya Hukum Toleransi Shelford. Keberhasilan hidup suatu organisme tergantung pada lengkapnya lingkungan. Ketiadaan atau kegagalan suatu organisme dalam kehidupannya dapat dikendalikan oleh kekurangan atau kelebihan secara kualitatif/kuantitatif salah satu dari beberapa faktor yang mendekati batas toleransi organisme tersebut.

Segala sesuatu dapat menjadi faktor pembatas tidak hanya dalam jumlah sedikit, tetapi juga dalam jumlah yang terlalu banyak. Misalnya faktor suhu, cahaya, dan juga air. Jadi, organisme mempunyai kisaran ekologi yang maksimum dan minimum yang disebut batas-batas toleransi.

Beberapa asas tambahan terhadap Hukum Toleransi dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Organisme dapat memiliki kisaran toleransi yang luas bagi satu faktor dan kisaran yang sempit untuk faktor yang lain.

2. Organisme dengan kisaran toleransi yang luas untuk semua faktor umumnya memiliki penyebaran yang paling luas.
3. Bila keadaan tidak optimum untuk suatu faktor, maka batas toleransi terhadap faktor ekologi yang lain dapat dikurangi. Sebagai contoh apabila nitrogen pada tanah merupakan faktor pembatas maka ketahanan rumput terhadap kekeringan dapat dikurangi. Air diberikan secara berlebihan untuk mengurangi kelayuan pada tingkat nitrogen yang rendah.
4. Sering ditemukan bahwa organisme di alam sebenarnya tidak hidup pada kisaran optimum dengan faktor fisik tertentu. Dalam keadaan demikian beberapa faktor lain yang ditemukan mempunyai arti yang lebih besar. Misalnya, anggrek tropik sebenarnya tumbuh lebih baik di bawah cahaya matahari daripada di bawah naungan, asal tetap sejuk. Tetapi pada kenyataannya anggrek yang tumbuh di alam hanya berada dalam naungan karena tidak tahan pengaruh suhu dari cahaya matahari langsung.
5. Periode reproduksi biasanya merupakan periode yang gawat apabila faktor lingkungan bersifat membatasi.

Batas toleransi reproduktif suatu individu misalnya biji, telur, embrio dan kecambah biasanya lebih kecil daripada batas toleransi pada tumbuhan atau hewan dewasa non produktif. Sebagai contoh, pohon *Cyprus* dewasa tumbuh pada dataran tinggi yang kering atau daerah yang terus menerus terendam air tetapi untuk perkembangan kecambahnya harus pada tanah yang lembab dan tidak tergenang.

C. Faktor-faktor Fisik-Kimia sebagai Faktor Pembatas

Faktor lingkungan yang penting dalam setiap ekosistem berbeda-beda seperti apabila di daratan berupa sinar, suhu dan air; di lautan berupa sinar, suhu dan salinitas; dan di perairan tawar berupa kandungan oksigen. Faktor lingkungan tidak hanya sebagai faktor pembatas (negatif) tetapi juga menjadi faktor menguntungkan (positif) bagi organisme yang mampu menyesuaikan diri.

Faktor-faktor fisik kimia sebagai faktor pembatas antara lain:

1. Suhu

Organisme dapat hidup pada suhu sampai 300°C dengan kisaran suhu 200 sampai 100°C. Akan tetapi kebanyakan organisme hanya dapat hidup pada kisaran suhu yang lebih sempit. Pada umumnya batas atas (maksimum) lebih kritis atau lebih membahayakan kehidupan organisme daripada batas bawah (minimum).

Pada ekosistem perairan, variasi suhu lebih sempit daripada ekosistem darat. Oleh karena itu, biasanya organisme perairan mempunyai kisaran toleransi terhadap suhu lebih sempit daripada organisme darat. Misalnya: alga, dan invertebrata seperti serangga. Suhu air juga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup, pertumbuhan morfologi, reproduksi, tingkah laku, laju pergantian kulit dan metabolisme. Misalnya udang hidup pada suhu air 21-32°C sedangkan suhu untuk ikan berkisar 25-30°C.

2. Radiasi cahaya matahari

Cahaya matahari mempunyai dua fungsi yang saling berlawanan, di satu pihak radiasi cahaya matahari menguntungkan karena sebagai sumber energi bagi

proses fotosintesa. Di lain pihak, radiasi cahaya matahari merugikan karena cahaya matahari langsung akan merusak atau membunuh protoplasma.

Dari segi ekologi, bagi kehidupan organisme yang penting dari radiasi adalah kualitas sinar (panjang gelombang dan warna) dan intensitas cahaya (lama penyinaran), karena laju fotosintesa akan bervariasi sesuai dengan perbedaan panjang gelombang yang ada. Sinar merah dan biru disaring oleh komponen air dan menghasilkan sinar hijau yang sukar sekali diabsorpsi oleh klorofil. Intensitas cahaya matahari berpengaruh langsung terhadap laju fotosintesis. Penurunan tingkat kejenuhan sinar akan diikuti dengan penurunan intensitas cahaya.

3. Kekeruhan, warna dan bau

Kekeruhan disebabkan oleh partikel-partikel tanah, partikel bahan organik dan biota renik maka dapat mengakibatkan kecerahan air menjadi rendah. Warna air ditentukan oleh warna senyawa atau bahan terlarut dan melayang di dalam air misal warna coklat dan kekeruhan tinggi, kecerahan rendah maka berarti mengandung banyak partikel tanah. Warna hijau sampai hijau tua atau

hijau abu-abu berarti bahwa banyak mengandung plankton.

Bau disebabkan oleh bau dari senyawa atau materi dan gas-gas. Misal air tambak yang mengandung bahan organik seperti sisa pakan, pupuk organik dsb akan berbau busuk dari gas sulfida, gas resin serta amonia. Kekurangan partikel tanah juga dapat mengakibatkan insang udang terselaputi partikel tanah sehingga udang dapat mati lemas atau anoxia, karena nafsu makan udang berkurang sehingga laju pertumbuhan terhambat.

4. Arus dan tekanan air

Arus air tidak hanya mempengaruhi konsentrasi gas dalam air, tetapi juga secara langsung sebagai faktor pembatas. Misalkan perbedaan organisme sungai dan danau sering disebabkan oleh arus yang deras pada sungai. Tumbuhan dan binatang di sungai juga harus mampu menyesuaikan diri terhadap arus baik secara morfologis dan fisiologis.

Selain arus, tekanan air di laut akan bertambah satu atmosfer pada setiap penurunan kedalaman 10 meter. Pada bagian laut yang paling dalam, tekanan ini dapat mencapai 1000 atmosfer.

5. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut merupakan sumber oksigen dalam air yang diperoleh dari difusi oksigen dari udara ke dalam air melalui permukaan, kemudian disebarkan ke seluruh badan perairan oleh angin, ombak, dan proses pengadukan. Fotosintesa juga dipengaruhi densitas tanaman, cahaya dan laju penyimpanan. Perairan dengan suhu 20-30°C dan kadar oksigen 5mg/l baik untuk pertumbuhan ikan.

Pengurangan oksigen dapat dipengaruhi antara lain oleh: 1) respirasi organisme, 2) penguraian zat organik oleh mikroorganisme, 3) pelepasan oksigen terlarut secara otomatis yang dipengaruhi suhu, dan 4) adanya zat besi maka oksigen akan dipakai untuk oksidasi.

6. Karbondioksida

Karbondioksida dapat berasal dari udara, air tanah, dekomposisi zat organik, respirasi organisme air, dan senyawa kimia $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Kadar karbondioksida sebesar 20 mg/l dapat menyebabkan ikan stress.

7. Derajat Keasaman (pH)

Log negt dan kepekaan ion H^+ yang terlepas dalam larutan mempunyai pengaruh besar terhadap kehidupan tumbuhan dan hewan air. Dalam keadaan pH 5-8, organisme dapat hidup dengan normal.

8. Nitrat

Hasil pembongkaran atau penguraian bahan organik yang berkadar protein, kotoran udang ,ikan, sisa pakan, pupuk organik dan anorganik merupakan nitrat. Kadar nitrat sebesar 0,5 mg/l merupakan batas maksimal, apabila kadarnya kurang dari 5 mg/l maka kehidupan organisme menjadi kritis. Seperti contoh, budidaya udang tidak boleh lebih dari 0,5 mg/l.

9. Fosfat (P)

Phosphate merupakan unsur utama bagi pembentukan protein dan metabolisme sel suatu organisme untuk transfer energi dalam sel, dan bahan penimbun energi dalam bentuk ATP untuk reproduksi, pertumbuhan dan perkembangan, gerak dll. Salah satu sumber fosfor adalah berasal dari pelapukan mineral pospat.

A. Indikator Ekologi

Seringkali faktor-faktor tertentu dapat dengan tepat menentukan organisme yang ditemukan di suatu daerah atau sebaliknya kita dapat menentukan keadaan lingkungan fisik dengan menggunakan organisme yang ditemukan pada suatu daerah. Hal ini disebut dengan indikator ekologi/ indikator biologi.

Beberapa hal yang harus diingat apabila kita memakai indikator ekologi adalah:

- 1) Umumnya organisme steno merupakan indikator yang lebih baik dari pada organisme eury.
- 2) Spesies yang berukuran besar merupakan indikator yang lebih baik daripada spesies yang lebih kecil, karena organisme yang berukuran besar mempunyai biomassa lebih stabil.
- 3) Organisme kecil mempunyai *turn over rate* yang pendek. Misal sekarang ditemukan banyak, mungkin besok sudah mati, maka alga tidak pernah dipakai sebagai indikator ekologi.
- 4) Sebelum spesies dipercaya sebagai indikator ekologi, harus ada bukti-bukti di lapangan dan uji laboratorium

untuk mengetahui persyaratan hidup spesies organisme tersebut.

- 5) Hubungan antar spesies, populasi atau komunitas seringkali menjadi indikator yang lebih baik daripada hanya satu spesies saja, karena hal ini akan lebih menggambarkan keadaan yang terintegrasi.

RANGKUMAN

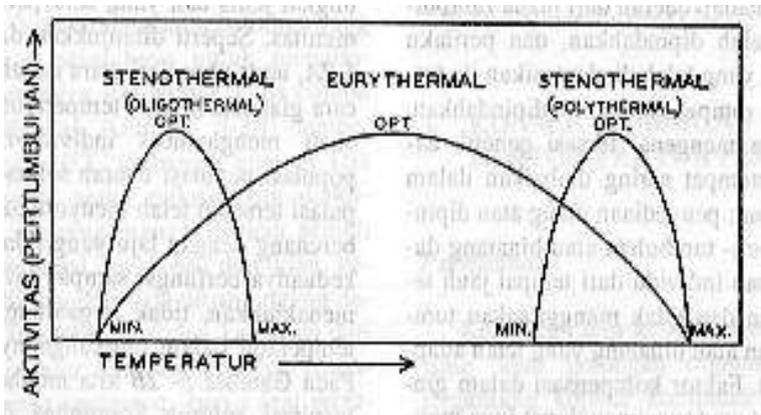
1. Suatu organisme di dalam perkembangan dan pertumbuhannya akan ditentukan oleh bahan atau faktor penting yang dalam keadaan minimum, faktor inilah yang disebut faktor pembatas.
2. Pernyataan bahwa “pertumbuhan suatu tanaman tergantung pada jumlah bahan makanan yang disediakan baginya dalam jumlah minimum” terkenal sebagai Hukum Minimum Liebig.
3. Kegagalan suatu organisme dalam mempertahankan hidupnya dapat ditentukan oleh kekurangan atau kelebihan (kuantitatif dan kualitatif) beberapa faktor yang mendekati batas toleransinya merupakan Hukum Toleransi Shelford.
4. Faktor fisik-kimia sebagai faktor pembatas antara lain berupa suhu, radiasi cahaya matahari, kekeruhan, warna, dan bau, arus dan tekanan air, oksigen terlarut, karbondioksida, derajat keasaman, nitrat, dan fosfat.
5. Seringkali faktor-faktor tertentu dapat dengan tepat menentukan organisme yang ditemukan di suatu daerah atau sebaliknya kita dapat menentukan

keadaan lingkungan fisik dengan menggunakan organisme yang ditemukan pada suatu daerah. Hal ini disebut dengan indikator ekologi/ indikator biologi.

EVALUASI

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan soal berikut ini!

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan faktor pembatas?
2. Bagaimana perbedaan antara Hukum Minimum Liebig dan Hukum Toleransi Shelford?
3. Jelaskan apa maksud dari gambar di bawah ini!



4. Sebutkan dan jelaskan minimal dua faktor fisik-kimia yang dapat menjadi faktor pembatas!
5. Apa yang dimaksud dengan indikator ekologi, jelaskan dengan satu contoh!

BAB VI

KOMUNITAS

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Komunitas
- Penggolongan Komunitas
- Sifat-sifat Komunitas
- Pola-pola Komunitas
- Struktur Komunitas
- Ekoton

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu mengomunikasikan konsep tentang komunitas.

A. Konsep Dasar Komunitas

Komunitas adalah kumpulan dari berbagai populasi yang hidup pada suatu waktu dan daerah tertentu yang saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain. Komunitas memiliki derajat keterpaduan yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan individu dan populasi. Komunitas adalah beberapa kelompok makhluk yang hidup bersama-sama dalam suatu tempat yang bersamaan, misalnya populasi semut, populasi kutu daun, dan pohon tempat mereka hidup membentuk komunitas.



Gambar 4.4. Daur Sulfur

Komunitas dengan populasi ibarat makhluk dengan sistem organnya, tetapi dengan tingkat organisasi yang

lebih tinggi sehingga memiliki sifat yang khusus atau kelebihan yang tidak dimiliki oleh baik sistem organ maupun organisasi hidup lainnya.

Perubahan komunitas sesuai dengan perubahan lingkungan yang terjadi akan berlangsung terus sampai pada suatu saat terjadi suatu komunitas padat sehingga timbulnya jenis tumbuhan atau hewan baru akan kecil sekali kemungkinannya. Perubahan komunitas tidak hanya terjadi oleh timbulnya penghuni baru, tetapi juga hilangnya penghuni yang pertama. Spesies tumbuhan dan hewan berulang kali dijumpai dalam berbagai komunitas dan menjalankan fungsi yang berbeda. Kombinasi antara habitat, tempat suatu spesies hidup, dengan fungsi spesies dalam habitat itu disebut *nicia (niche)*.

Konsep *nicia* ini penting karena selain dapat digunakan untuk meramal macam tumbuhan dan hewan yang dapat ditemukan dalam suatu komunitas, juga dipakai untuk menaksir kepadatan serta fungsinya pada suatu musim. Kepadatan individu dalam suatu populasi langsung dapat dikaitkan dengan pengertian keanekaragaman. Istilah ini dapat diterapkan pada berbagai bentuk, sifat, dan ciri suatu komunitas.

Misalnya, keanekaragaman di dalam spesies, keanekaragaman dalam pola penyebaran. Untuk menentukan keanekaragaman komunitas perlu dipelajari aspek keanekaragaman itu dalam organisasi komunitasnya. Misalnya mengalokasikan individu populasinya ke dalam spesiesnya, menempatkan spesies tersebut ke dalam habitatnya, menentukan kepadatan relatifnya dalam habitat tersebut dan menempatkan setiap individu ke dalam tiap habitatnya dan menentukan fungsinya. Komunitas, seperti halnya tingkat organisasi makhluk hidup lain, juga mengalami serta menjalani siklus hidup.

B. Penggolongan Komunitas

Penggolongan komunitas dapat berdasarkan:

1. Bentuk atau struktur utama seperti jenis dominan, bentuk hidup atau indikator lainnya seperti hutan pinus, hutan agathis, hutan jati, atau hutan Dipterocarpaceae, dapat juga berdasarkan sifat tumbuhan dominan seperti hutan sklerofil.

2. Berdasarkan habitat fisik dari komunitas, seperti komunitas hamparan lumpur, komunitas pantai pasir, komunitas lautan, dll.
3. Berdasarkan sifat-sifat atau tanda-tanda fungsional misalnya tipe metabolisme komunitas. Berdasarkan sifat lingkungan alam seperti iklim, misalnya terdapat di daerah tropik dengan curah hujan yang terbagi rata sepanjang tahun, maka disebut hutan hujan tropik.

Selain itu, di alam terdapat bermacam-macam komunitas yang secara garis besar dapat dibagi dalam dua bagian yaitu:

1. Komunitas akuatik, komunitas ini misalnya yang terdapat di laut, di danau, di sungai, di parit atau di kolam.
2. Komunitas terrestrial, yaitu kelompok organisme yang terdapat di pekarangan, di hutan, di padang rumput, di padang pasir, dll.

C. Sifat-sifat Komunitas

Komunitas ditinjau dari segi fungsinya, tumbuhan dan hewan dari berbagai jenis yang hidup secara alami di

suatu tempat membentuk suatu kumpulan yang di dalamnya setiap individu menemukan lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidupnya dan dalam kumpulan ini terdapat pula hubungan timbal balik yang menguntungkan sehingga dalam kumpulan ini terbentuk suatu derajat keterpaduan. Kelompok seperti itu yang tumbuhan dan hewannya secara bersama telah menyesuaikan diri dan mempunyai suatu tempat alami disebut komunitas.

Komposisi suatu komunitas ditentukan oleh seleksi tumbuhan dan hewan yang kebetulan mencapai dan mampu hidup di tempat tersebut, dan kegiatan anggota-anggota komunitas ini bergantung pada penyesuaian diri setiap individu terhadap faktor-faktor fisik dan biologi yang ada di tempat tersebut. Perubahan-perubahan komposisi pada komunitas berkaitan dengan perubahan faktor-faktor lingkungan, misalnya topografi, kelembapan, tanah, suhu dan iklim.

Para ahli ekologi berpendapat bahwa komunitas yang mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi bersifat stabil sehingga sering dikatakan *diversity is stability*. Tetapi ada juga ahli-ahli yang berpendapat

sebaliknya, bahwa keanekaragaman tidak selalu berarti stabilitas. Kedua pendapat ini didukung oleh argumen-argumen ekologi yang masuk akal, masing-masing memiliki kebenaran dan kekurangannya.

Berikut adalah karakter komunitas:

1. Kualitatif, seperti komposisi, bentuk hidup, fenologi dan vitalitas. Vitalitas menggambarkan kapasitas pertumbuhan dan perkembangbiakan organisme.
2. Kuantitatif, seperti frekuensi, densitas dan densitas relatif. Frekuensi kehadiran merupakan nilai yang menyatakan jumlah kehadiran suatu spesies di dalam suatu habitat. Densitas (kepadatan) dinyatakan sebagai jumlah atau biomassa per unit contoh, atau persatuan luas/volume, atau persatuan penangkapan.
3. Sintesis adalah proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah yang berlangsung lambat secara teratur pasti terarah dan dapat diramalkan.

D. Pola-pola Komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang hidup didaerah tertentu atau habitat fisik tertentu dengan satuan yang terorganisir. Selanjutnya, dikatakan bahwa komunitas merupakan suatu sistem dari kumpulan populasi yang hidup pada areal tertentu dan terorganisasi secara luas dengan karakteristik tertentu, serta berfungsi sebagai kesatuan transformasi metabolis. Beberapa karakteristik struktur komunitas yang biasanya dijadikan petunjuk adanya derajat ketidakstabilan ekologis meliputi: keseragaman, dominansi, keragaman, dan kelimpahan.

Struktur yang diakibatkan oleh penyebaran organisme di dalam, dan interaksinya dengan lingkungannya dapat disebut pola komunitas. Banyak macam pengaturan yang berbeda-beda dalam *standing crop* dari organisme yang memberikan sumbangan kepada keanekaragaman pola di dalam komunitas seperti, misalnya:

1. Pola stratifikasi (pelapisan tegak),
2. Pola-pola zonasi (pemisahan ke arah mendatar),
3. Pola-pola kegiatan (periodisitas),

4. Pola-pola jaring-jaring (organisasi jaringan kerja di dalam rantai pangan),
5. Pola reproduktif (asosiasi-asosiasi orang anak-anak, klon-klon tanaman dan sebagainya),
6. Pola-pola social (kelompok-kelompok dan kawan-kawan),
7. Pola-pola ko-aktif (di akibatkan oleh persaingan antibiosis, mutualisme dan sebagainya), dan
8. Pola-pola stochastic (diakibatkan oleh tenaga atau kakas acak).

E. Struktur Komunitas

Struktur suatu komunitas tidak hanya dipengaruhi oleh hubungan antarspesies, tetapi juga oleh jumlah individu dari setiap spesies organisme. Hal yang demikian itu menyebabkan kelimpahan relatif suatu spesies dapat mempengaruhi fungsi suatu komunitas, bahkan dapat memberikan pengaruh pada keseimbangan sistem dan akhirnya berpengaruh pada stabilitas komunitas itu sendiri. Ada sejumlah cara untuk mendapatkan informasi tentang struktur dan komposisi

komunitas tumbuhan darat. Namun yang paling luas diterapkan adalah cara pencuplikan dengan kuadrat atau plot berukuran baku.

Untuk kepentingan analisis komunitas tumbuhan diperlukan parameter kualitatif. Adapun beberapa parameter kualitatif komunitas tumbuhan antara lain fisiognomi, fenologi, periodisitas, stratifikasi, kelimpahan, penyebaran, daya hidup, dan bentuk pertumbuhan. Sedangkan parameter kuantitatif dalam analisis komunitas tumbuhan adalah densitas, frekuensi, luas penutupan, indeks nilai penting (INP), perbandingan nilai penting (*summed dominance ratio*), indeks dominansi, indeks keanekaragaman, indeks kesamaan, dan homogenitas suatu komunitas.

Dominansi merupakan sifat komunitas yang memperlihatkan jumlah jenis organisme yang melimpah di suatu daerah. Indeks dominansi (*index of dominance*) adalah parameter yang menyatakan tingkat terpusatnya dominansi (penguasaan) spesies dalam suatu komunitas. Keanekaragaman spesies merupakan ciri tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologinya. Keanekaragaman spesies dapat digunakan untuk

menyatakan struktur komunitas dan mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil meskipun ada gangguan terhadap komponen-komponennya.

Keragaman jenis adalah suatu sifat komunitas yang memperlihatkan tingkat-tingkat keragaman jenis organisme yang dinyatakan dengan indeks keragaman. Indeks keragaman adalah jumlah kelimpahan jenis yang dihitung secara matematik dan dapat digunakan untuk mengetahui baik buruknya kualitas suatu wilayah tertentu. Suatu komunitas yang mempunyai keragaman jenis yang tinggi akan terjadi interaksi jenis yang melibatkan transfer energi (jaring makanan), predasi, kompetisi, dan bagian relung yang lebih kompleks.

Keanekaragaman jenis merupakan karakteristik tingkatan dalam komunitas berdasarkan organisasi biologisnya, yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitasnya. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman yang tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies dengan kelimpahan spesies sama dan hampir sama. Sebaliknya jika suatu komunitas disusun oleh sedikit spesies dan jika hanya

sedikit spesies yang dominan maka keanekaragaman jenisnya rendah. Keanekaragaman (*diversity*) adalah jumlah jenis tumbuhan atau hewan yang hidup pada suatu tempat tertentu. Misalnya di Hutan Mangrove Surabaya dalam satu hektar terdapat pohon mangrove (dengan diameter lebih dari 10 cm) sebanyak kurang lebih 400-500 yang tergolong dalam 150-200 jenis, sehingga rata-rata setiap jenis hanya mempunyai kurang lebih 2 pohon perhektar. Ada dua cara untuk menentukan angka indeks ini yaitu menggunakan indeks keanekaragaman Simpson (D) atau dengan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener.

Kelimpahan adalah jumlah individu per satuan volume atau suatu area. Kelimpahan individu dapat dijadikan indikator tingkat kesuburan pada suatu daerah. Kesuburan suatu daerah dikatakan baik, apabila nilai keragaman tinggi dan kelimpahan jenis rendah, ini berhubungan dengan prinsip kompetisi. Sebaliknya, suatu daerah yang kurang subur adalah keragamanya rendah dan kelimpahan per individu tinggi.

F. Ekoton

Ekoton adalah suatu zona (daerah) peralihan (transisi) atau pertemuan antara dua komunitas yang berbeda dan menunjukkan sifat yang khas. Daerah transisi antara komunitas rumput dan hutan atau daerah peralihan antara dua komunitas besar seperti komunitas akuatik dan komunitas terestrial merupakan contoh ekoton. Jadi, ekoton merupakan pagar komunitas (batas komunitas). Komunitas dapat berubah secara tiba-tiba sebagai akibat lingkungan yang tiba-tiba terputus atau karena interaksi tanaman terutama kompetisi. Pada keadaan yang pertama (tiba-tiba terputus) ekoton merupakan daerah peralihan yang merupakan campuran dari dua tipe komunitas yang bersebelahan. Pada keadaan yang kedua (kompetisi) ekoton dapat dikenal jelas.

Komunitas ekoton umumnya mempunyai banyak organisme dari dua komunitas yang saling bertautan dan yang memperlihatkan ciri-ciri yang khas dan batas yang jelas antara ekoton dan tetangganya (disampingnya) dengan demikian ekoton berisikan spesies yang lebih banyak dan kepadatan populasi yang sering lebih daripada komunitas disampingnya. Ekoton ditempati oleh

spesies-spesies yang berbeda/unik dengan ekosistem disekitarnya. Contoh: area rawa sering terbentuk di antara permukaan air terbuka didanau dan lahan kering. Contoh ecotone alami yang sering dijumpai yaitu daerah pantai. Daerah ini merupakan transisi atau pertemuan antara komunitas yang berada pada daerah teresterial dan komunitas pada daerah lautan (akustik). Contoh ekoton buatan yang sering dijumpai yaitu hutan mangrove buatan. Habitat mangrove ini kebanyakan ditemukan pada pertemuan antara sungai dan air laut, oleh karena itu terjadi pertemuan antara komunitas penghuni air sungai dan komunitas penghuni air laut.

Ada beberapa hal yang menjadi ciri khas dari sebuah ekoton yaitu:

1. Sebuah ekoton dapat memiliki transisi vegetasi tajam, dengan garis tegas antara dua komunitas. Misalnya, perubahan warna rumput atau tanaman hidup dapat mengindikasikan ecotone.
2. Perubahan dalam fisiognomi (penampilan fisik dari spesies tanaman) dapat menjadi indikator kunci. Para ilmuwan melihat variasi warna dan perubahan tinggi tanaman.

3. Perubahan spesies dapat menandakan ekoton. Akan ada organisme tertentu pada satu sisi dari sebuah ekoton atau yang lain.

Faktor-faktor lain yang dapat menggambarkan atau mengaburkan suatu ekoton, misalnya, migrasi dan pembentukan tanaman baru. Ini dikenal sebagai efek massa spasial, yang terlihat karena beberapa organisme tidak akan mampu membentuk populasi mandiri jika mereka menyeberangi ekoton tersebut. Jika spesies yang berbeda dapat bertahan hidup di kedua masyarakat dari dua bioma, maka ekoton yang dianggap memiliki kekayaan spesies, ahli biologi mengukur ini ketika mempelajari rantai makanan dan keberhasilan organisme. Terakhir, kelimpahan spesies eksotis dalam sebuah ekoton dapat mengungkapkan jenis bioma atau efisiensi dari kedua komunitas berbagi ruang. Karena sebuah ekoton adalah zona dimana dua komunitas mengintegrasikan, berbagai bentuk kehidupan harus hidup bersama dan bersaing untuk ruang. Oleh karena itu, sebuah ekoton dapat menciptakan ekosistem yang beragam.

RANGKUMAN

1. Komunitas adalah kumpulan dari berbagai populasi yang hidup pada suatu waktu dan daerah tertentu yang saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain.
2. Kombinasi antara habitat, tempat suatu spesies hidup, dengan fungsi spesies dalam habitat disebut nisia (*niche*).
3. Karakter komunitas antara lain: a) kualitatif, seperti komposisi, bentuk hidup, fenologi dan vitalitas. b) kuantitatif, seperti frekuensi, densitas dan densitas relatif. c) sintesis adalah proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju ke satu arah yang berlangsung lambat secara teratur pasti terarah dan dapat diramalkan.
4. Struktur yang diakibatkan oleh penyebaran organisme di dalam, dan interaksinya dengan lingkungannya dapat disebut pola komunitas.
5. Struktur suatu komunitas tidak hanya dipengaruhi oleh hubungan antarspesies, tetapi juga oleh jumlah individu dari setiap spesies organisme.

6. Ekoton adalah suatu zona (daerah) peralihan (transisi) atau pertemuan antara dua komunitas yang berbeda dan menunjukkan sifat yang khas.

EVALUASI

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan soal berikut ini!

1. Berdasarkan gambar di bawah ini, manakah yang dapat dikatakan sebuah komunitas?



2. Apa yang membedakan komunitas dengan ekosistem?
3. Sebutkan pola-pola dalam komunitas?
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ekoton?
5. Sebutkan tiga ciri khas ekoton?

BAB VII

POPULASI

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Populasi
- Sifat-sifat Populasi
- Pertumbuhan Populasi

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu memahami konsep tentang populasi.

A. Konsep Dasar Populasi

Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu disebut populasi. Misalnya populasi yang ada di sawah antara lain sekelompok tanaman padi, sekelompok belalang, sekelompok siput, sekelompok semanggi, sekelompok tikus. Contoh lain yang dapat kita sebut misalnya populasi yang ada di kolam seperti kumpulan ikan mas, ikan lele, ikan mujaer, belut, cacing, ganggang hijau, teratai dan sebagainya.



Gambar 7.1. Populasi Echinodermata

Populasi berhubungan dengan individu, waktu dan tempat. Suatu populasi dapat bertambah karena terjadinya kelahiran (natalitas) atau adanya pendatang

masuk (imigrasi) dan dapat berkurang karena terjadinya kematian (mortalitas) atau adanya perpindahan keluar (emigrasi). Penurunan jumlah populasi akan terjadi secara mencolok apabila terjadi gangguan yang drastis terhadap lingkungannya, seperti karena wabah hama dan penyakit atau bencana alam. Populasi dapat mengalami pertambahan karena kelahiran atau adanya pendatang yang menetap serta pengurangan karena kematian dan migrasi atau perpindahan keluar. Populasi juga memiliki sifat penyebaran umur, sifat adaptasi, sifat ketahanan yaitu peluang meninggalkan keturunannya dalam waktu yang panjang dan sifat kepadatan.

Antara satu populasi dengan populasi yang lain selalu terjadi interaksi secara langsung atau tidak langsung dalam komunitasnya. Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, apabila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Sebagai contoh persaingan antara populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput.

B. Sifat-sifat Populasi

Populasi memiliki sifat-sifat atau lambang-lambang yang merupakan sumbangan organisme komponennya. Sifat-sifat populasi antara lain sebagai berikut:

1. Kelahiran (Natalitas)

Kelahiran atau natalitas adalah kemampuan yang sudah merupakan sifat suatu populasi untuk bertambah. Laju kelahiran adalah setara dengan kelahiran dalam terminologi pengkajian populasi manusia (demografi), meliputi produksi individu-individu baru organisme, apakah dilahirkan, ditetaskan, ditumbuhkan, atau timbul oleh pembelahan. Natalitas maksimum adalah produksi maksimum individu-individu baru secara teoritis dibawah keadaan yang ideal.

Natalitas ekologi menyatakan pertambahan populasi dibawah keadaan lingkungan yang khas. Hal ini tidak merupakan suatu tetapan untuk suatu populasi melainkan dapat berbeda-beda besarnya dan komposisi populasi serta keadaan fisik lingkungannya. Natalitas ekologi umumnya dinyatakan sebagai laju yang ditentukan dengan membagi jumlah individu-individu baru yang dihasilkan oleh waktu.

2. Kematian (Mortalitas)

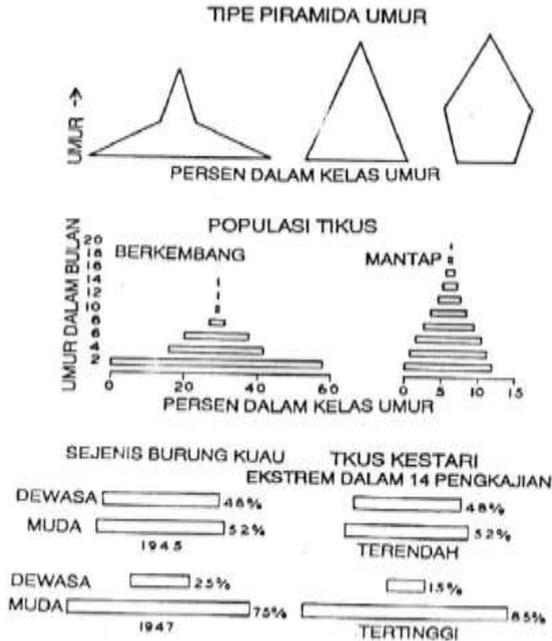
Yang dimaksud dengan mortalitas adalah kematian individu didalam populasi. Laju mortalitas setara dengan laju kematian pada demografi manusia. Mortalitas dapat dinyatakan sebagai individu yang mati dalam kurun waktu tertentu (kematian per waktu) atau sebagai laju jenis dalam anti satuan dari populasi total. Mortalitas ekologi adalah hilangnya individu di dalam keadaan lingkungan tertentu. Mortalitas minimum adalah suatu tetapan untuk suatu populasi yang menyatakan kehilangan dibawah keadaan yang ideal atau tidak membatasi. Artinya sekalipun dalam kedaan baik, individu tetap akan mati karena usianya tua.

Selain itu, penyebaran umur juga merupakan ciri khas populasi yang mempengaruhi natalitas dan mortalitas. Oleh karena itu nisbah dari berbagai kelompok umur dalam suatu populasi menentukan status reproduktif yang sedang berlangsung dari populasi dan menyatakan apa yang dapat diharapkan pada masa mendatang.

Teori menyebutkan bahwa suatu populasi cenderung untuk mengembangkan suatu penyebaran umur yang

mantap, dan bila keadaan yang mantap ini diganggu oleh perubahan-perubahan sementara di dalam lingkungan, maka penyebaran umur akan cenderung kembali ke keadaan sebelumnya atas perbaikan keadaannya kembali ke keadaan yang normal. Bila terjadi perubahan yang bersifat tetap tentu akan berakhir dengan pengembangan penyebaran baru yang mantap.

Gambar 7.2 menunjukkan satu seri piramida umur yang sangat menarik untuk populasi manusia di dua tempat di Skotlandia. Kedua populasi itu dalam tahun 1861 adalah muda dan kuat, dan menjelang tahun 1901 mereka mencapai penyebaran umur suatu populasi yang tidak berubah.



Gambar 4.5. Daur Fosfor

Berdasarkan gambar di samping mengenai piramida umur, dapat dilihat bahwa bagian atas merupakan tiga tipe piramida umur yang mewakili persentase besar, sedang dan kecil dari individu-individu muda dalam populasi. Bagian tengah merupakan piramida umur untuk populasi laboratorium dari binatang pengerat, *Microtus*

agretis (kiri) saat tumbuh pada laju eksponensial dalam lingkungan yang tidak membatasi, dan (kanan) apabila laju kelahiran serta laju kematian sama. Sedangkan bagian bawah menggambarkan kondisi ekstrim pada nisbah muda-tua dalam ayam hutan di North Dakota dan dalam muskrat di Amerika Serikat Timur.

C. Pertumbuhan Populasi

Populasi mempunyai organisasi dan struktur yang pasti dan dapat dilukiskan. Suatu populasi merupakan kesatuan yang berubah-ubah, maka kita tidak hanya tertarik oleh besar dan komposisinya pada suatu saat tetapi juga pada bagaimana populasi itu berubah. Kerapatan populasi adalah besarnya populasi dalam hubungannya dengan satuan ruangan. Umumnya dinyatakan sebagai jumlah individu atau biomasa populasi, persatuan area atau volume.

Sejumlah sifat atau ciri populasi yang penting dinyatakan dengan suatu laju dapat diperoleh dengan cara membagi perubahannya dengan periode waktu berlangsungnya perubahan itu. Laju tumbuh populasi

adalah jumlah organisme yang ditambahkan kepada populasi per satuan waktu dan hal itu diperoleh dengan membagi kenaikan populasi dengan waktu yang diperlukan. Contoh: Bila waktu digambarkan pada sumbu x dan jumlah organisme ditempatkan pada sumbu y dari suatu grafik, maka akan diperoleh gambar pertumbuhan populasi.

Selanjutnya, kepadatan populasi adalah besarnya populasi dalam hubungannya dengan satuan ruang. Umumnya dinyatakan dalam jumlah individu, atau biomassa perencanaan satuan luas atau volume. Sebagai contoh tentang konsep kepadatan populasi, misalnya 43 mahasiswa S1 Prodi Tadris Biologi IAIN Jember per kelas yang luasnya 52 meter persegi, 100 pohon mangga per hektar, 50 ekor ikan mas per meter persegi kolam, dan atau 200 kambing per hektar. Kepadatan populasi juga mempengaruhi komunitas atau ekosistem, selain jenis organismenya.

RANGKUMAN

1. Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu disebut populasi.
2. Populasi berhubungan dengan individu, waktu dan tempat.
3. Populasi dapat bertambah karena terjadinya kelahiran (natalitas) atau adanya pendatang masuk (imigrasi) dan dapat berkurang karena terjadinya kematian (mortalitas) atau adanya perpindahan keluar (emigrasi).
4. Kerapatan populasi adalah besarnya populasi dalam hubungannya dengan satuan ruangan. Umumnya dinyatakan sebagai jumlah individu atau biomasa populasi, persatuan area atau volume.
5. Laju tumbuh populasi adalah jumlah organisme yang ditambahkan kepada populasi per satuan waktu dan hal itu diperoleh dengan membagi kenaikan populasi dengan waktu yang diperlukan.
6. Kepadatan populasi adalah besarnya populasi dalam hubungannya dengan satuan ruang.

EVALUASI

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan soal berikut ini!

1. Analisislah persamaan dan perbedaan dari populasi dan komunitas?
2. Sebutkan tiga contoh populasi pada lautan!
3. Apa yang membedakan kerapatan populasi dengan kepadatan populasi?
4. Sebutkan tiga contoh yang menggambarkan kepadatan populasi pada savana!

BAB VIII

SPESES DAN INDIVIDU

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Spesies dan Individu
- Habitat dan Relung
- Adaptasi Individu
- Interaksi antar Individu

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu memahami konsep tentang populasi.

A. Konsep Dasar Spesies dan Individu

Dalam ekologi biasa disebutkan tentang spesies dan individu. Maksud dari spesies adalah kelompok populasi alami yang secara aktual maupun potensial dapat saling kawin (*interbreeding*) dan kelompok ini secara reproduktif terisolasi dari kelompok lainnya. Spesies menurut kategori taksonomi didasarkan atas karakteristik morfologi, anatomi, dan fisiologi dengan kriteria persamaan dengan anggota lainnya dalam spesies yang bersangkutan. Beberapa ahli juga menjelaskan bahwa spesies dalam pandangan ilmiah merupakan suatu golongan populasi yang alami (*deme*) dan tersendiri secara genetis. Kriteria yang ditekankan dalam konsep spesies adalah reproduksi, yaitu apakah ada atau tidak ada suatu aliran gen (*gene flow*) secara nyata dan potensial.



Gambar 8.1. Tiga Ayam Kalkun Adalah Contoh Spesies

Sedangkan individu berarti satu organisme. Sebagai contoh, satu tanaman *Aloe vera* (lidah buaya) disebut individu. Sebaliknya, beberapa *Aloe vera* yang ditanam dalam satu pot besar merupakan satu spesies. Kita seringkali melihat contoh individu dan spesies dalam kehidupan sehari-hari. Kita pernah melihat seekor kucing sedang tiduran, seorang anak sedang berlarian atau sebatang pohon rambutan tumbuh di pekarangan. Beberapa hal tersebut adalah contoh individu karena hanya terdapat satu makhluk hidup. Satu makhluk hidup

tersebut dinamakan individu. Apabila kita dapat mengamati dengan jelas setiap spesies individu, maka kita juga dapat menghitung banyaknya individu dalam kelompoknya.



Gambar 8.2. Satu Serangga Merupakan Contoh Individu

B. Habitat dan Relung

Habitat suatu individu adalah tempat individu tersebut hidup. Sedangkan relung (*niche*) merupakan status fungsional suatu organisme dalam ekosistem. Dalam relung organisme dapat berperan aktif, sedangkan organisme lain yang sama habitatnya tidak dapat

berperan aktif. Sebagai contoh marilah kita lihat gambaran antara habitat dan relung sebagai berikut: Tiap jenis makhluk hidup mempunyai tempat hidup yang tertentu, dengan keadaan- keadaan tertentu. Misalnya kecebong hidup di air yang tergenang, tidak terlalu keruh dan terdapat tumbuhan air. Sehingga kalau kita ingin mencari kecebong kita harus mencarinya pada tempat seperti itu.

Tempat hidup kecebong dengan keadaan-keadaan tertentu itulah yang disebut habitat. Kita dapat mengatakan habitat adalah “alamat” dari suatu makhluk hidup. Sedangkan pengertian dari relung lebih luas lagi, selain habitatnya menyangkut juga hal tingkah lakunya, kebiasaan makannya dan menduduki tingkat trofik yang mana dalam ekosistemnya. Jadi, relung dari kecebong adalah air yang agak jernih, tergenang, dengan tumbuhan air, dapat berenang, meskipun lebih senang tinggal di dasar genangan atau menempel pada benda-benda seperti batu atau yang lainnya, dan menempati tingkatan trofik sebagai konsumen primer.

Contoh lain adalah dua kutu air pada genus yang berbeda yaitu *Notonecta* dan *Corixa*. *Notonecta*

merupakan pemangsa yang sangat aktif, berenang ke segala tempat, dan memakan binatang lain yang ukurannya hampir sama dengan dirinya. Sebaliknya, *Corixa*, walaupun secara morfologi sangat mirip dan tingkah lakunya sama dengan *Notonecta* tetapi ia memainkan peranan yang berbeda karena *Corixa* memakan vegetasi yang telah membusuk. Hal ini berarti bahwa *Notonecta* dan *Corixa* dapat hidup dalam habitat yang sama tetapi menduduki relung trofik yang berbeda karena memiliki perbedaan dalam kebiasaan makanannya.

C. Adaptasi Individu

Ada bermacam-macam adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya, yaitu: adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.

1. Adaptasi Morfologi

Adaptasi morfologi merupakan penyesuaian bentuk tubuh untuk kelangsungan hidupnya. Contoh adaptasi morfologi, antara lain sebagai berikut.

a) Gigi - gigi khusus

Gigi hewan karnivor atau pemakan daging beradaptasi menjadi empat gigi taring besar dan runcing untuk menangkap mangsa, serta gigi geraham dengan ujung pemotong yang tajam untuk mencabik-cabik mangsanya.

b) Moncong

Trenggiling besar adalah hewan menyusui yang hidup di hutan rimba Amerika Tengah dan Selatan. Makanan trenggiling adalah semut, rayap, dan serangga lain yang merayap. Hewan ini mempunyai moncong panjang dengan ujung mulut kecil tak bergigi dengan lubang berbentuk celah kecil untuk mengisap semut dari sarangnya. Hewan ini juga mempunyai lidah panjang dan bergetah yang dapat dijulurkan keluar mulut untuk menangkap serangga.

c) Paruh

Elang memiliki paruh yang kuat dengan rahang atas yang melengkung dan ujungnya tajam. Fungsi paruh untuk mencengkeram korbannya.

d) Daun

Tumbuhan insektivora (tumbuhan pemakan serangga). Misalnya kantong semar, memiliki daun yang berbentuk piala dengan permukaan dalam yang licin sehingga dapat

menggelincirkan serangga yang hinggap. Dengan enzim yang dimiliki tumbuhan insektivora, serangga tersebut akan dilumatkan, sehingga tumbuhan ini memperoleh unsur yang diperlukan.

e) Akar

Akar tumbuhan gurun kuat dan panjang, berfungsi untuk menyerap air yang terdapat jauh di dalam tanah. Sedangkan akar hawa pada tumbuhan bakau untuk bernapas.

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi merupakan penyesuaian fungsi fisiologi tubuh untuk mempertahankan hidupnya. Contohnya adalah sebagai berikut.

a) Kelenjar bau

Musang dapat mensekresikan bau busuk dengan cara menyemprotkan cairan melalui sisi lubang dubur. Sekret tersebut berfungsi untuk menghindarkan diri dari musuhnya.

b) Kantong tinta

Cumi-cumi dan gurita memiliki kantong tinta yang berisi cairan hitam. Apabila musuh datang, tinta

disemprotkan ke dalam air sekitarnya sehingga musuh tidak dapat melihat kedudukan cumi-cumi dan gurita.

c) Mimikri

Kulit kadal dapat berubah warna karena pigmen yang dikandungnya. Perubahan warna ini (mimikri) dipengaruhi oleh faktor dalam berupa hormon dan faktor luar berupa suhu serta keadaan sekitarnya.

3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku merupakan adaptasi yang didasarkan pada tingkah laku. Contohnya sebagai berikut.

a) Pura - pura tidur atau mati

Beberapa hewan berpura - pura tidur atau mati, misalnya tupai virginia. Hewan ini sering berbaring tidak berdaya dengan mata tertutup bila didekati seekor anjing.

b) Migrasi

Ikan salem di Amerika Utara melakukan migrasi untuk mencari tempat yang sesuai untuk bertelur. Ikan ini hidup di laut. Setiap tahun, ikan salem dewasa yang berumur empat sampai tujuh tahun berkumpul di teluk di sepanjang Pantai Barat Amerika Utara untuk menuju ke sungai. Saat di sungai, ikan salem jantan mengeluarkan

sperma di atas telur-telur ikan betinanya. Setelah itu ikan dewasa biasanya mati. Telur yang telah menetas untuk sementara tinggal di air tawar. Setelah menjadi lebih besar mereka bergerak ke bagian hilir dan akhirnya ke laut.

D. Interaksi Antar Individu

Setiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lain jenis, baik individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi antar individu dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Netral

Hubungan tidak saling mengganggu antarindividu dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak disebut netral, sebagai contoh adalah capung dan sapi.

2. Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat sebab tanpa mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga

berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Sebagai contoh adalah singa dengan mangsanya yaitu kijang dan rusa.

3. Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antar individu yang berbeda spesies dimana satu individu menggantungkan hidupnya pada organisme lain (inang) dan mengambil makanan dari inang tersebut sehingga bersifat merugikan inangnya. Misalnya adalah *Plasmodium* dengan manusia dan *Taenia saginata* dengan sapi.

4. Komensalisme

Komensalisme merupakan hubungan antara dua individu yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, apabila salah satu spesies diuntungkan maka spesies lainnya juga diuntungkan. Contohnya adalah anggrek dengan pohon yang ditumpanginya.

5. Mutualisme

Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dan saling menguntungkan kedua belah pihak. Sebagai contoh adalah bakteri *Rhizobium* yang hidup pada bintil akar legume.

RANGKUMAN

1. Spesies adalah kelompok populasi alami yang secara aktual maupun potensial dapat saling kawin (*interbreeding*) dan kelompok ini secara reproduktif terisolasi dari kelompok lainnya.
2. Spesies menurut kategori taksonomi didasarkan atas karakteristik morfologi, anatomi, dan fisiologi dengan kriteria persamaan dengan anggota lainnya dalam spesies yang bersangkutan.
3. Spesies dalam pandangan ilmiah merupakan suatu golongan populasi yang alami (*deme*) dan tersendiri secara genetis.
4. Kriteria yang ditekankan dalam konsep spesies adalah reproduksi, yaitu apakah ada atau tidak ada suatu aliran gen (*gene flow*) secara nyata dan potensial.
5. Individu berarti satu organisme. Sebagai contoh, satu tanaman *Aloe vera* (lidah buaya) disebut individu.
6. Habitat suatu individu adalah tempat individu tersebut hidup.
7. Relung (*niche*) merupakan status fungsional suatu organisme dalam ekosistem.

8. Ada bermacam-macam adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya, yaitu: adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.
9. Interaksi antar individu berupa netral, predasi, parasitisme, komensalisme, dan mutualisme.

EVALUASI

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan soal berikut ini!

1. Apa yang membedakan spesies dengan individu?
2. Berikan satu contoh yang menjelaskan tentang konsep spesies dan individu!
3. Sebutkan dua contoh adaptasi yang dilakukan oleh organisme yang hidup di ekosistem buatan!
4. Jelaskan persamaan dan perbedaan dari habitat dan relung!
5. Amatilah gambar di bawah ini dan analisislah termasuk ke dalam jenis adaptasi manakah yang ditunjukkan oleh gambar tersebut!



BAB IX

BIOMA

Yang akan dipelajari:

- Bioma Daratan
- Bioma Perairan

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu mengidentifikasi bioma.

Pola sirkulasi di atmosfer dan permukaan laut yang berhubungan langsung dengan topografi daratan akan menimbulkan perbedaan suhu dan kelembapan udara di wilayah setempat. Hal tersebut dapat menjelaskan mengapa di wilayah tertentu terdapat gurun pasir, hutan, tundra, atau savana, sedangkan hal itu tidak dijumpai di wilayah lain. Keadaan tersebut menimbulkan suatu fenomena flora dan fauna pada satu tempat (biogeografis) yang berbeda dengan di tempat lain. Perbedaan itu diakibatkan baik oleh *latitude* (berdasarkan garis lintang di bumi) maupun *altitude* (posisi daratan terhadap tinggi permukaan air laut).

Setiap wilayah biogeografis dapat dikelompokkan lagi menjadi wilayah yang lebih kecil dan spesifik yang disebut bioma. **Bioma** adalah suatu wilayah biogeografis yang memiliki berbagai ekosistem dengan ciri utama vegetasi klimaks dan sebagian besar dipengaruhi oleh iklim atau suatu tipe ekosistem regional dengan komunitas biotik yang serupa.

A. Bioma Daratan

Bioma terdiri atas bioma daratan dan bioma perairan. Bioma daratan merupakan daerah geografis terestrial/daratan yang luas mengandung komunitas tumbuhan tertentu. Tumbuhan merupakan sebagian besar bioma spesifik karena tumbuhan dapat beradaptasi secara jelas sebagai produsen primer dan memengaruhi makhluk hidup lainnya seperti mikroorganisme dan dekompositor sebagai bagian bioma. Tumbuhan merupakan kelompok bioma yang sangat jelas dapat mengadaptasi terhadap perubahan terhadap hujan, suhu, cahaya matahari dan angin. Dalam ekosistem terestrial terdapat beberapa jenis bioma seperti:



Gambar 6.1. Komunitas

1. Bioma Gurun

Bioma gurun dan setengah gurun banyak ditemukan di Amerika Utara, Afrika Utara, Australia dan Asia Barat. Beberapa bioma gurun terdapat di daerah tropik (sepanjang garis khatulistiwa) yang berbatasan dengan padang rumput.

Ciri-cirinya adalah:

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

Komponen biotik:

- Flora: tumbuhan yang tumbuh adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering (tumbuhan serofit).
- Fauna: hewan besar yang hidup di gurun umumnya yang mampu menyimpan air, misalnya unta,

sedangkan 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.



Gambar 9.2. Padang Rumput

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 tersebut menyebabkan porositas dan drainase kurang baik sehingga tumbuh-tumbuhan sukar mengambil air.

Komponen biotik:

- 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. Istilah 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. Karnivora: singa, srigala, anjing liar, dan cheetah.

3. Bioma Sabana

Bioma sabana adalah padang rumput dengan diselingi oleh gerombolan pepohonan. Berdasarkan jenis tumbuhan yang menyusunnya, sabana dibedakan menjadi

dua, yaitu sabana murni dan sabana campuran. Sabana murni ialah bila pohon-pohon yang menyusunnya hanya terdiri atas satu jenis tumbuhan saja. Sedangkan sabana campuran adalah padang rumput dengan pohon-pohon penyusunnya terdiri atas campuran beberapa jenis pohon.



Gambar 9.3. Sabana

4. 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, dan lembah Kongo di Afrika.



Gambar 9.4. Hutan Tropis

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.

Komponen biotik:

- Flora: pada bioma hutan tropis terdapat ratusan spesies tumbuhan. Pohon-pohon utama dapat mencapai ketinggian 20 - 40 m, dengan cabang-cabang berdaun

lebat sehingga membentuk suatu tudung atau kanopi. Tumbuhan khas yang dijumpai adalah liana dan epifit. Liana adalah tumbuhan yang menjalar di permukaan hutan, contoh: rotan. Epifit adalah tumbuhan yang menempel pada batang-batang pohon, dan tidak merugikan pohon tersebut, contoh: Anggrek, 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.

5. Bioma Hutan Gugur (*Deciduous Forest*)

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



Gambar 9.5. Hutan Gugur

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.

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

burung, bajing, dan racoon yaitu hewan sebangsa luwak/musang.

Pada saat menjelang musim dingin, radiasi sinar matahari mulai berkurang, suhu mulai turun. Tumbuhan mulai sulit mendapatkan air sehingga daun menjadi merah, dan coklat akhirnya gugur, sehingga musim itu disebut musim gugur. Pada saat musim dingin, tumbuhan gundul dan tidak melakukan kegiatan fotosentesis. Beberapa jenis hewan melakukan hibernasi (tidur pada musim dingin). Menjelang musim panas, suhu naik, salju mencair, tumbuhan mulai berdaun kembali (bersemi) sehingga disebut musim semi.

6. Bioma Taiga

Bioma ini disebut juga hutan homogen dan 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.



Gambar 9.6. Hutan Taiga

Komponen biotik:

- Flora khasnya adalah pohon berdaun jarum/pohon konifer, contoh pohon konifer adalah *Pinus merkusii* (pinus). Keanekaragaman tumbuhan di bioma taiga rendah, vegetasinya nyaris seragam, dan didominasi oleh pohon-pohon konifer karena nyaris seragam, maka dari itu disebut hutan homogen. Tumbuhannya hijau sepanjang tahun, meskipun dalam musim dingin dengan suhu sangat rendah.

- Fauna yang terdapat di daerah ini adalah beruang hitam, ajak, srigala dan burung-burung yang bermigrasi ke daerah tropis bila musim dingin tiba. Beberapa jenis hewan seperti tupai dan mammalia kecil lainnya maupun berhibernasi pada saat musim dingin.

7. Bioma Tundra



Gambar 7.2. Piramida Umur

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, dan musim dingin sangat panjang dapat berlangsung selama 9 bulan dengan suasana gelap.
- Musim panas berlangsung selama 3 bulan, pada masa inilah vegetasi mengalami pertumbuhan.

Komponen biotik:

- Tumbuhan yang dominan adalah Sphagnum, lumut kerak, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput.
- Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, semuanya berdarah panas. Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya karibou, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.
- Fauna khas bioma tundra adalah “Muskoxem” (bison berhulu tebal) dan Reindeer/Caribou (rusa kutub).

8. Bioma Hutan Bakau

Hutan bakau atau mangrove banyak ditemukan di sepanjang pantai yang landai di daerah tropik dan subtropik. Tumbuhan yang dominan adalah pohon bakau

(*Rhizophora* sp.), sehingga nama lainnya adalah hutan bakau, selain pohon bakau ditemukan pula pohon Kayu Api (*Avicennia*) dan pohon Bogem (*Bruguiera*).

Ciri-ciri:

- Kadar garamnya tinggi.
- Kadar oksigen dan airnya rendah.
- Saat air pasang, lingkungannya banjir, saat air surut lingkungannya becek dan berlumpur.

Dengan kondisi kadar garam tinggi, menyebabkan tumbuhan bakau sukar menyerap air meskipun lingkungan sekitar banyak air, keadaan ini dikenal dengan istilah kekeringan fisiologis. Untuk menyesuaikan dengan lingkungan tersebut tumbuhan bakau memiliki dedaunan yang tebal dan kaku, berlapis kutikula sehingga dapat mencegah terjadinya penguapan yang terlalu besar.

Untuk menyesuaikan diri dengan kadar oksigen rendah, tumbuhan bakau memiliki akar nafas yang berfungsi menyerap oksigen langsung dari udara. Agar individu baru tidak dihanyutkan oleh arus air akibat adanya pasang naik dan pasang surut terutama pada bakau kita dapat suatu fenomena yang dikenal dengan

istilah Vivipari yang artinya adalah berkecambahnya biji selagi biji masih terdapat dalam buah, belum tanggal dari pohon induknya, dapat membentuk akar yang kadang-kadang dapat mencapai 1 meter panjangnya.

Jika biji yang sudah berkecambah tadi lepas dari pohon induknya maka dengan akar yang panjang tersebut dapat menancap cukup dalam di dalam lumpur, sehingga tidak akan terganggu dengan arus air yang terjadi pada gerakan pasang dan surut.

Hutan bakau di Indonesia terdapat di sepanjang pantai timur Sumatra, pantai barat dan selatan Kalimantan dan sepanjang pantai Irian, di Pulau Jawa hutan bakau yang agak luas masih tersisa di sekitar Segara Anakan dekat Cilacap yang merupakan muara sungai Citanduy. Jenis-jenis hewan yang dapat ditemukan dalam lingkungan hutan bakau terutama adalah ikan dan hewan-hewan melata (buaya, biawak) dan burung-burung yang bersarang di atas pohon-pohon bakau.

B. Bioma Perairan

Bioma perairan dibedakan atas bioma air tawar dan bioma air laut.

1. Bioma Air Tawar

Ciri-ciri bioma air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi.

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

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

a. Danau

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang dan luas. Di danau terdapat pembagian daerah berdasarkan penetrasi cahaya matahari. Daerah yang dapat ditembus cahaya matahari sehingga terjadi fotosintesis disebut daerah *fotik*. Daerah yang tidak tertembus cahaya matahari disebut daerah *afotik*. Di danau juga terdapat daerah perubahan suhu yang drastis, disebut *termoklin*. Termoklin memisahkan daerah yang hangat di atas dengan daerah dingin di dasar.



Gambar 9.8. Danau

Komunitas tumbuhan dan hewan tersebar di danau sesuai dengan kedalaman dan jaraknya dari tepi. Berdasarkan hal tersebut danau dibagi menjadi 4 daerah sebagai berikut.

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

angsa, dan mamalia yang sering mencari makan di danau.

- Daerah limnetik: daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai fitoplankton, termasuk ganggang dan cyanobakteri. Ganggang berfotosintesis dan bereproduksi dengan kecepatan tinggi selama musim panas dan musim semi. Zooplankton yang sebagian besar termasuk Rotifera dan udang-udangan kecil pemangsa fitoplankton. Zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil. Ikan kecil dimangsa oleh ikan yang lebih besar, kemudian ikan besar dimangsa ular, kurakura, dan burung pemakan ikan.
- Daerah profundal: daerah ini merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah afotik danau. Mikroba dan organisme lain menggunakan oksigen untuk respirasi seluler setelah mendekomposisi detritus yang jatuh dari daerah limnetik. Daerah ini dihuni oleh cacing dan mikroba.
- Daerah bentik: daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.

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

- Danau oligotrofik: Oligotrofik merupakan sebutan untuk danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif. Ciri-cirinya, airnya jernih sekali, dihuni oleh sedikit organisme, dan di dasar air banyak terdapat oksigen sepanjang tahun.
- Danau eutrofik: Eutrofik merupakan sebutan untuk danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif. Ciri-cirinya adalah airnya keruh, terdapat bermacam-macam organisme, dan oksigen terdapat di daerah profundal.

Danau oligotrofik dapat berkembang menjadi danau eutrofik akibat adanya materi-materi organik dan endapan yang masuk. Perubahan ini juga dapat dipercepat oleh aktivitas manusia, misalnya dari sisa-sisa pupuk buatan pertanian dan timbunan sampah kota yang memperkaya danau dengan sejumlah nitrogen dan fosfor. Akibatnya terjadi peledakan populasi ganggang atau *blooming algae*, sehingga terjadi produksi detritus yang

berlebihan yang akhirnya menghabiskan suplai oksigen di danau tersebut. Peristiwa seperti ini disebut “eutrofikasi”. Eutrofikasi membuat air tidak dapat digunakan lagi dan mengurangi nilai keindahan danau.

b. Sungai



Gambar 9.1. Gurun

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Aliran air dan gelombang secara konstan memberikan oksigen pada air. Suhu air bervariasi sesuai dengan ketinggian dan garis lintang. Komunitas yang berada di sungai berbeda dengan danau.

Air sungai yang mengalir deras tidak mendukung keberadaan komunitas plankton untuk berdiam diri, karena akan terbawa arus. Sebagai gantinya terjadi fotosintesis dari ganggang yang melekat dan tumbuhan berakar, sehingga dapat mendukung rantai makanan.

Komposisi komunitas hewan juga berbeda antara sungai, anak sungai, dan hilir. Di anak sungai sering dijumpai ikan air tawar. Di hilir sering dijumpai ikan lele dan gurame. Beberapa sungai besar dihuni oleh berbagai kura-kura dan ular. Khusus sungai di daerah tropis, dihuni oleh buaya dan lumba-lumba. Organisme sungai dapat bertahan tidak terbawa arus karena mengalami adaptasi evolusioner. Misalnya bertubuh pipih dorsoventral dan dapat melekat pada batu. Beberapa jenis serangga yang hidup di sisi-sisi hilir menghuni habitat kecil yang bebas dari pusaran air.

Ekosistem sungai banyak mengalami gangguan karena pembangunan waduk atau bendungan. Waduk dapat memutus jalan bagi sejumlah ikan yang biasa bergerak dari hilir ke hulu untuk bertelur. Akibatnya, sejumlah spesies ikan hilang dari aliran sungai tersebut. Contoh, di daerah tropis seperti Indonesia adalah ikan sidat. Ikan

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

4. Bioma Air Laut

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

a. Laut

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

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



Gambar 9.10. Lautan

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

1. Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dapat dibedakan sebagai berikut.

a) Wilayah pasang (Litoral)

Wilayah pasang merupakan bagian dari laut yang dasarnya kering ketika terjadi surut. Ikan tidak bisa hidup

pada wilayah ini, tetapi beberapa jenis binatang dapat dijumpai pada wilayah ini.

b) Wilayah laut dangkal (Neritik)

Sesuai dengan namanya, wilayah ini relatif dangkal sehingga masih dimungkinkan sinar matahari masuk sampai ke dasar laut. Indonesia memiliki wilayah laut dangkal yang cukup luas seperti landas kontinen sunda (Laut Jawa, Laut Natuna, Riau Kepulauan, Selat Malaka) dan landas kontinen sahur (Laut Arafuru). Wilayah-wilayah tersebut tentunya menyimpan kekayaan berupa flora dan fauna. Ciri-ciri wilayah ini adalah: kedalaman mencapai 150 meter. Sinar matahari masih tembus sampai ke dasar laut dan paling banyak dihuni oleh binatang dan tumbuhan laut.

c) Wilayah lautan dalam (Batial)

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

d) Wilayah lautan sangat dalam (Abisal)

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

2. Menurut wilayah permukaannya secara horizontal, berturut-turut dari tepi laut, laut dibedakan sebagai berikut.
 - a) Epipelagik merupakan daerah antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.
 - b) Meso pelagik merupakan daerah di bawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m. Hewannya misalnya ikan hiu.
 - c) Batio pelagik merupakan daerah jereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m. Hewan yang hidup di daerah ini misalnya gurita.
 - d) Abisal pelagik merupakan daerah dengan kedalaman mencapai 4.000 m; tidak terdapat tumbuhan tetapi hewan masih ada. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.

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

Di laut, hewan dan tumbuhan tingkat rendah memiliki tekanan osmosis sel yang hampir sama dengan tekanan osmosis air laut. Hewan tingkat tinggi beradaptasi dengan cara banyak minum air, pengeluaran urin sedikit, dan pengeluaran air dengan cara osmosis melalui insang. Garam yang berlebihan diekskresikan melalui insang secara aktif.

b. Pantai

Bioma pantai letaknya berbatasan dengan ekosistem darat, laut, dan daerah pasang surut. Bioma pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme dominan yang hidup di pantai berbeda bila dilihat dari lokasinya. Ganggang, moluska, dan remis banyak dijumpai di bagian paling atas pantai yang hanya terendam saat pasang naik tinggi. Organisme tersebut menjadi makanan bagi kepiting dan burung pantai.



Gambar 9.11. Pantai

Bagian tengah pantai banyak dijumpai ganggang, porifera, anemon laut, remis dan kerang, siput herbivora dan karnivora, kepiting, landak laut, bintang laut dan ikan-ikan kecil. Daerah tersebut terendam saat pasang tinggi dan pasang rendah. Sementara itu, beragam invertebrata dan ikan serta rumput laut banyak ditemui di daerah pantai terdalam yang terendam saat air pasang maupun surut.

c. Estuari

Estuari merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Salinitas air berubah secara bertahap mulai dari daerah air tawar ke

laut. Salinitas ini juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang surut airnya.



Gambar 9.12. Estuari

Nutrien dari sungai memperkaya estuari. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan. Bahkan ada beberapa invertebrata laut dan ikan laut yang menjadikan estuari sebagai tempat kawin atau bermigrasi untuk menuju habitat air tawar. Estuari juga merupakan tempat mencari makan bagi vertebrata semi air, yaitu unggas air.

d. Terumbu Karang

Terumbu karang didominasi oleh karang (koral) yang merupakan kelompok Cnidaria yang mensekresikan kalsium karbonat. Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang.



Gambar 9.13. Terumbu Karang

Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora.

Selain menjadi habitat bagi banyak organisme, terumbu karang memiliki banyak fungsi lainnya. Kekuatan ombak menjadi berkurang dengan adanya terumbu karang, sehingga pantai relatif aman dari kerusakan.

Saat ini kerusakan terumbu karang terus terjadi, baik sebagai bahan bangunan maupun sebagai barang-barang hiasan. Pengambilan ikan hias juga cenderung berlebihan (*overfishing*) dan menggunakan bahan peledak, sehingga menghancurkan terumbu karang secara keseluruhan.

RANGKUMAN

- A. Bioma adalah suatu wilayah biogeografis yang memiliki berbagai ekosistem dengan ciri utama vegetasi klimaks dan sebagian besar dipengaruhi oleh iklim atau suatu tipe ekosistem regional dengan komunitas biotik yang serupa.
- B. Bioma terdiri atas bioma daratan dan bioma perairan.
- C. Bioma daratan terdiri atas bioma gurun, bioma padang rumput, bioma sabana, bioma hutan tropis, bioma hutan gugur, bioma tundra, bioma taiga, dan bioma hutan mangrove.
- D. Bioma lautan terdiri atas bioma air laut dan bioma air tawar.

EVALUASI

1. Faktor apa sajakah yang menyebabkan adanya berbagai bioma di bumi?
2. Amatilah gambar di bawah ini dan identifikasilah ciri dari bioma yang ditunjukkan pada gambar tersebut!



3. Sebutkan dan jelaskan penggolongan daerah pada bioma danau!
4. Sebutkan dan jelaskan pembagian wilayah pada bioma laut!
5. Berdasarkan gambar di bawah ini, apa nama bioma tersebut, sebutkan ciri-cirinya, dan sebutkan contoh bioma tersebut yang ada di Indonesia!



BAB X

SUKSESI

Yang akan dipelajari:

- Konsep Dasar Suksesi
- Proses Terjadinya Suksesi
- Macam Suksesi

Kompetensi Dasar:

Mahasiswa mampu memahami konsep tentang suksesi.

A. Konsep Dasar Suksesi

Dalam alam semesta dinamika yang terjadi adalah suatu kenyataan yang tidak dapat diingkari, maka segala sesuatu yang sekarang ada sesungguhnya hanyalah merupakan stadium dari deretan proses perubahan yang tidak pernah ada akhirnya. Keadaan keseimbangan yang nampak begitu mantap hanya bersifat sementara dan keadaan akan segera berubah jika salah satu dari komponennya mengalami perubahan.

Vegetasi merupakan sistem yang dinamis, suatu saat menunjukkan perubahan, kemudian tenang (diam) dan perubahan akan nampak jelas setelah mencapai keseimbangan. Yang sering terjadi yaitu bahwa komunitas vegetasi sering tidak stabil tetapi berjalan melewati beberapa tahap perkembangan dalam irama yang terbatas.

Beberapa defmisi suksesi adalah:

1. Menurut Odum: Suksesi tanaman ialah urutan proses pergantian komunitas tanaman di dalam satu kesatuan habitat.

2. Menurut Salisbury: Suksesi tanaman adalah kecenderungan kompetitif setiap individu dalam setiap fase perkembangan sampai mencapai klimaks.
3. Menurut Clements Suksesi adalah proses alami dengan terjadinya koloni yang bergantian, biasanya dari koloni sederhana ke yang lebih kompleks.
4. Odum menambahkan bahwa adanya pergantian komunitas cenderung untuk mengubah lingkungan fisik sehingga menjadikan habitat di tempat tersebut sesuai untuk komunitas lain sampai keseimbangan biotik dan abiotik tercapai.

B. Proses Terjadinya Suksesi

Terdapat enam sub komponen dalam proses suksesi, yaitu:

1. Nudasi: terbukanya lahan yang baru
2. Migrasi: tersebarnya biji-biji
3. Eksesis: proses perkecambahan
4. Kompetisi: menyatakan adanya pergantian spesies
5. Reaksi: menyatakan perubahan habitat karena aktifitas spesies

6. Klimaks: tingkat komunitas yang paling stabil dan mantap

Suksesi menurut gambaran umum dapat diartikan sebagai proses yang kompleks yang meliputi permulaan, perkembangan dan akhirnya sampai pada kestabilan dan kemantapan pada fase klimaks. Klimaks ialah fase kematangan yang final, stabil memelihara diri, tahan terhadap goncangan dari luar karena telah terbentuk kemantapan internalnya dan dapat berproduksi sendiri dalam suatu perkembangan vegetasi. Ada beberapa faktor yang dapat menjadi penyebab terjadinya suksesi antara lain:

1. Iklim

Tumbuhan tidak akan tumbuh dengan teratur bila terdapat adanya variasi iklim yang lebar dan terjadi dalam waktu yang lama. Perubahan keadaan iklim akan mengakibatkan rusaknya vegetasi baik sebagian maupun seluruhnya. Pada akhirnya suatu lahan yang kosong yang merupakan lahan baru akan berkembang menjadi lebih baik, berkembang pula daya adaptasinya dan kemudian akan mengubah kondisi/keadaan iklim. Beberapa keadaan misalnya kekeringan, hujan air, hujan salju

sering membawa keadaan yang tidak menguntungkan pada vegetasi.

2. Topografi

Perubahan kondisi tanah digolongkan menjadi dua yaitu: 1) Erosi dapat terjadi karena angin, air dan hujan. Dalam proses erosi tanah akan menjadi kosong, kemudian akan terjadi penyebaran biji oleh angin (migrasi) dan pada akhirnya proses suksesi terjadi dari permulaan. 2) Pengendapan, pengendapan tanah disebabkan karena adanya arus yang kuat, glasial, hujan salju dan pengelupasan tanah. Apabila pengendapan ini terjadi di suatu tempat yang ada vegetasinya maka vegetasi tersebut dapat rusak, sehingga di tempat tersebut akan dimulai suksesi dari permulaan.

3. Biotik

Adanya beberapa kehidupan dapat juga menyebabkan bencana bagi vegetasi. Sebagai contoh pemotongan rumput yang berulang-ulang, penggembalaan ternak, penebangan hutan untuk pertanian dll menyebabkan adanya pergantian vegetasi.

C. Macam Suksesi

Suksesi dibedakan atas dua macam yaitu:

1. Suksesi primer: suksesi yang dimulai dari daerah yang betul-betul kosong karena tidak ada vegetasi. Kalaupun sebelumnya sudah ada vegetasi, vegetasi secara keseluruhan rusak atau mati (karena tidak dapat beradaptasi) sehingga digantikan oleh vegetasi baru.
2. Suksesi sekunder: suksesi yang terjadi pada habitat yang masih ada vegetasinya walaupun sebagian, jadi masih ada vegetasi awal, vegetasi yang rusak hanya sebagian. Proses ini disebut denudasi, dan dapat disebabkan oleh beberapa hal misalnya kebakaran, angin kencang, hujan dll.

RANGKUMAN

1. Suksesi menurut gambaran umum dapat diartikan sebagai proses yang kompleks yang meliputi permulaan, perkembangan dan akhirnya sampai pada kestabilan dan kemantapan pada fase klimaks.
2. Klimaks ialah fase kematangan yang final, stabil memelihara diri, tahan terhadap guncangan dari luar karena telah terbentuk kemantapan internalnya dan dapat memproduksi sendiri dalam suatu perkembangan vegetasi.
3. Ada beberapa faktor yang dapat menjadi penyebab terjadinya suksesi antara lain: iklim, topografi, dan komponen biotik.
4. Suksesi dibagi menjadi dua macam, yaitu suksesi primer dan suksesi sekunder.

EVALUASI

1. Jelaskan dengan kalimatmu sendiri apa yang dimaksud dengan suksesi?
2. Faktor apa sajakah yang memengaruhi terjadinya suksesi?
3. Bagaimana perbedaan antara suksesi primer dan suksesi sekunder?
4. Amatilah gambar di bawah ini, berdasarkan gambar tersebut jelaskan termasuk ke dalam suksesi apa?



5. Jelaskan satu contoh konkret suksesi yang pernah terjadi di lingkungan sekitarmu!

BAB XI

EKOLOGI DALAM AL-QUR'AN

Yang akan dipelajari:

- Keterkaitan konsep dan teori Ekologi dalam Al-Qur'an

Agama merupakan faktor koheisi dan solidaritas masyarakat. Agama mempunyai pengaruh besar terhadap koheisi, solidaritas, identitas, dan integritas masyarakat. Agama juga merupakan faktor perubahan sosial. Dalam hal ini agama mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap perubahan masyarakat sosial. Perilaku sosial masyarakat akan berubah seiring dengan ketaatan masyarakat terhadap agama yang dianutnya. Agama juga dapat menjadi suatu sistem interpretasi yang mencerminkan pemahaman diri masyarakat. Pemahaman masyarakat tentang nilai-nilai keagamaan akan tercermin dalam perilaku sosial dan kehidupan sehari-hari. Agama Islam merupakan rahmatan lil ‘alamiin yang memberi rahmat kepada seluruh alam semesta. Al-Quran sebagai kitab suci agama Islam selain berisi tuntunan hidup juga memerintahkan manusia untuk menggunakan akalnyanya semaksimal mungkin dan menyebut akal sebagai anugerah yang besar dan sarana untuk meningkatkan iman.

Pepatah mengatakan bahwa sebaik-baik orang ialah yang memberi manfaat bagi orang lain. Yang dimaksud memberikan manfaat bagi orang lain adalah tidak hanya

untuk sesama manusia saja, melainkan juga bagi makhluk lain dan seluruh alam yang menyangkut lingkungan biotik seperti manusia, hewan, dan tumbuhan, maupun lingkungan abiotik seperti tanah, air, dan udara. Bentuk konkret dari memberikan manfaat bagi alam semesta dapat ditunjukkan dengan menjaga lingkungan dengan sebaik-baiknya demi keberlanjutan ekosistem. Hal tersebut merupakan salah satu tugas kita sebagai umat Rasulullah yaitu menjadi rahmat bagi semesta alam, sebagaimana yang disebutkan dalam QS Al-Anbiyaa':107.

وَمَا أَرْسَلْنَاكَ إِلَّا رَحْمَةً لِّلْعَالَمِينَ

Dan tiadalah Kami mengutus kamu, melainkan untuk (menjadi) rahmat bagi semesta alam. (QS Al-Anbiyaa': 107).

Manusia harus selalu menjaga ekosistem demi kelangsungan hidup dan kesejahteraan manusia dari generasi ke generasi. Apabila ekosistem tidak dijaga dengan baik, maka dapat menimbulkan kerusakan dan

bencana. Banyaknya bencana alam yang terjadi saat ini tidak hanya menjadi sebuah takdir Ilahi semata, tetapi hal itu lebih banyak disebabkan hukum keseimbangan alam yang tidak terjaga.

Jika alam tidak dijaga keharmonisan dan keseimbangannya, maka secara hukum alam (sunnatullah) keteraturan yang ada pada alam akan terganggu dan dapat berakibat munculnya bencana alam. Al-Qur'an selalu menegaskan akan perlunya keselarasan karena alam diciptakan secara teratur. Kerusakan atas alam sangat kontras dengan ajaran Islam. Sebagai salah satu agama samawi, Islam memiliki peran besar dalam rangka mencegah dan menanggulangi krisis tersebut. Di dalam al-Qur'an telah dijelaskan dalam surat Ar-Rum: 41, sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ نَعَضَ الدَّيْرِ عَمَلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusi, supay Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (QS Ar-Rum: 41).

Meskipun manusia dianggap makhluk yang paling sempurna tetapi dengan satu tindakan yang salah seperti tidak menjaga lingkungan, maka manusia dapat menjadi makhluk yang paling rendah. (QS At Tiin: 4-5)

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ

Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya (QS At Tiin: 4)

ثُمَّ رَدَدْنَاهُ أَسْفَلَ سَافِلِينَ

Kemudian Kami kembalikan dia ke tempat yang serendah-rendahnya (neraka) (QS At Tiin: 5)

Oleh sebab itu marilah kita menjaga diri dan keluarga kita, jangan sampai yang sudah mendapat posisi sebagai sebaik-baiknya makhluk menjadi jatuh ke serendah-rendahnya makhluk. Caranya dengan meminimalkan kesalahan dan memaksimalkan kebaikan dalam segala aspek kehidupan.

GLOSARIUM

- **Abiotik:** faktor tak hidup.
- **Abisalpelagik:** daerah perairan laut dengan kedalaman mencapai 4.000 m, dimana sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
- **Adaptasi:** penyesuaian diri terhadap lingkungan.
- **Afotik:** daerah danau yang tidak tertembus cahaya matahari.
- **Aliran energi:** urutan yang menunjukkan adanya pengalihan energi dalam bentuk satu ke bentuk lain.
- **Amonifikasi:** proses pembentukan amonia dari nitrogen.
- **Autoekologi:** ekologi yang mempelajari suatu jenis organisme (individu) yang berinteraksi dengan lingkungannya baik lingkungan yang biotik maupun yang abiotik.
- **Batiopelagik:** daerah jereng benua dengan kedalaman 200-2.500 m.
- **Bioma:** suatu wilayah biogeografis yang memiliki berbagai ekosistem dengan ciri utama vegetasi

klimaks dan sebagian besar dipengaruhi oleh iklim atau suatu tipe ekosistem regional dengan komunitas biotik yang serupa.

- **Biosfer:** kumpulan berbagai ekosistem di dunia.
- **Biotik:** faktor hidup.
- **Danau:** suatu badan air yang menggenang dan luas.
- **Daur biogeokimia:** pertukaran atau perubahan yang terus menerus, antara komponen biosfer yang hidup dengan tak hidup yang perubahannya bersifat kimiawi.
- **Denitrifikasi:** proses perubahan nitrat (NO_3) kembali menjadi amonia (gas N_2) dan kembali ke udara akibat aktivitas bakteri denitrifikasi yakni *Pseudomonas*.
- **Densitas:** kepadatan populasi.
- **Dinamika populasi:** perubahan ukuran populasi dari waktu ke waktu.
- **Ekologi:** ilmu yang mempelajari baik interaksi antar makhluk hidup maupun interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya.

- **Ekosistem:** hubungan timbal balik antara komponen biotik dengan abiotik.
- **Ekoton:** suatu zona (daerah) peralihan (transisi) atau pertemuan antara dua komunitas yang berbeda dan menunjukkan sifat yang khas.
- **Emigrasi:** peristiwa ditinggalkannya suatu daerah oleh organisme.
- **Energi:** kemampuan untuk melakukan kerja.
- **Epipelagik:** daerah lautan antara permukaan dengan kedalaman air sekitar 200 m.
- **Estuari:** tempat bersatunya sungai dengan laut.
- **Eutrofik:** danau yang dangkal dan kaya akan kandungan makanan, karena fitoplankton sangat produktif.
- **Eutrofikasi:** melimpahnya mineral pada suatu perairan yang mengakibatkan pertumbuhan organisme secara cepat sehingga perairan menjadi kekurangan oksigen akibat adanya peledakan populasi ganggang atau *blooming algae*.

- **Faktor pembatas:** faktor yang menentukan keadaan suatu organisme di dalam perkembangan dan pertumbuhannya.
- **Fotik:** daerah danau yang dapat ditembus cahaya matahari sehingga terjadi fotosintesis.
- **Fotosintesis:** pemanfaatan energi cahaya matahari untuk membentuk molekul karbohidrat dari sumber anorganik, yaitu karbon dioksida dan air di dalam kloroplas tumbuhan.
- **Habitat:** tempat individu hidup.
- **Hadalpelagik:** bagian laut terdalam (dasar).
- **Herbivora:** organisme pemakan tumbuhan.
- **Homeostatis:** keadaan ekosistem yang seimbang atau kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem secara keseluruhan.
- **Imigrasi:** peristiwa didatanginya suatu daerah oleh organisme.
- **Indikator ekologi:** keadaan dimana faktor-faktor tertentu dapat dengan tepat menentukan organisme yang ditemukan di suatu daerah atau sebaliknya keadaan lingkungan fisik dapat ditentukan dengan

menggunakan organisme yang ditemukan pada daerah tersebut.

- **Individu:** satu organisme atau satu makhluk hidup.
- **Insektivor:** organisme pemakan serangga.
- **Jaring-jaring makanan:** beberapa kumpulan rantai makanan.
- **Karnivora:** organisme pemakan daging.
- **Kepadatan populasi:** besarnya populasi dalam hubungannya dengan satuan ruang.
- **Klimaks:** fase kematangan yang final, stabil memelihara diri, tahan terhadap guncangan dari luar karena telah terbentuk kemantapan internalnya dan dapat memproduksi sendiri dalam suatu perkembangan vegetasi.
- **Kompetisi:** persaingan antarpopulasi yang terjadi karena adanya persaingan kepentingan antarpopulasi tersebut.
- **Komunitas:** kumpulan dari berbagai populasi yang hidup pada suatu waktu dan daerah tertentu yang saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain.

- **Konsumen:** makhluk hidup yang menggunakan atau makan zat-zat organik atau makanan yang dibuat oleh produsen.
- **Laju tumbuh populasi:** jumlah organisme yang ditambahkan kepada populasi per satuan waktu.
- **Laut:** habitat perairan yang ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl^- mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhu yang tinggi dan penguapan besar.
- **Mesopelagik:** daerah laut di bawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 m.
- **Mortalitas:** laju kematian.
- **Natalitas:** laju kelahiran
- **Nisia:** relung atau status fungsional suatu organisme dalam ekosistem.
- **Nitrifikasi:** proses perubahan nitrit (NH_3) menjadi nitrit (NO_2) secara aerob pada daur nitrogen.
- **Oligotrofik:** danau yang dalam dan kekurangan makanan, karena fitoplankton di daerah limnetik tidak produktif

- **Pengurai:** organisme yang menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang sudah mati, disebut juga dekomposer.
- **Piramida ekologi:** bentuk penyajian struktur trofik pada ekosistem.
- **Pola komunitas:** struktur yang diakibatkan oleh penyebaran organisme di dalam, dan interaksinya dengan lingkungannya.
- **Populasi:** kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu.
- **Produktivitas komunitas bersih:** laju penyimpanan bahan organik yang tidak digunakan oleh heterotrof selama jangka waktu yang bersangkutan, biasanya saat musim pertumbuhan atau setahun.
- **Produktivitas primer bersih:** laju penyimpanan bahan organik di dalam jaringan tumbuhan yang merupakan kelebihan dari penggunaan respirasi oleh tumbuhan selama jangka waktu pengukuran.
- **Produktivitas primer kotor:** laju total dari fotosintesis termasuk bahan organik yang habis

digunakan di dalam respirasi selama waktu pengukuran.

- **Produktivitas sekunder:** laju penyimpanan energi pada tingkat konsumen.
- **Produsen:** makhluk hidup yang dapat merombak makanan dari zat - zat anorganik dan dapat melakukan proses fotosintesa.
- **Rantai makanan:** pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme yang makan dan yang dimakan.
- **Relung:** kombinasi antara habitat, tempat suatu spesies hidup, dengan fungsi spesies dalam habitat, disebut juga nisia (*niche*).
- **Sinekologi:** ekologi yang mempelajari kelompok organisme (masyarakat organisme) sebagai suatu kesatuan yang saling berinteraksi terhadap lingkungannya dalam suatu daerah tertentu.
- **Spesies:** kelompok populasi alami yang secara aktual maupun potensial dapat saling kawin (*interbreeding*) dan kelompok ini secara reproduktif terisolasi dari kelompok lainnya.

- **Suksesi primer:** suksesi yang dimulai dari daerah yang betul-betul kosong karena tidak ada vegetasi.
- **Suksesi sekunder:** suksesi yang terjadi pada habitat yang masih terdapat vegetasi walaupun sebagian.
- **Suksesi:** rangkaian perkembangan komunitas yang berbeda dalam waktu yang lama dan pada daerah yang sama menuju kondisi dinamik atau komunitas klimaks.
- **Sungai:** suatu badan air yang mengalir ke satu arah.
- **Termoklin:** batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah.
- **Tingkatan trofik:** urutan tingkat makan memakan yang terdapat pada suatu ekosistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Biggs, A., Kapicka, C.L., Hagins, W.C., Holliday, W.,
Lundgren, L. (2005). *Biology*. California: Glencoe
Science.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L.,
Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., and Jackson, R.B.
(2008). *Biology, eight edition*. San Fransisco:
Pearson Benjamin Cummings.
- Gayyar, M.A. (2012). *General biology, for first level
students: Lecture notes*. University of Science and
Technology.
- Muhartini, S. (2003). *Buku Ajar; Dasar-dasar Ekologi*.
Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Odum, E.P. (1998). *Dasar-dasar Ekologi, edisi ketiga
(terjemahan dari versi Inggris)*. Yogyakarta: Gadjah
Mada University Press.
- Robinson, R. (2002). *Biology*. New York: Macmillan
Reference USA.
- Referensi dari Internet terkait dengan materi.

Citra Dharma Cindekia