

EKOLOGI LANJUTAN

1412/HD/91



MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

Oleh

Drs. Syamsul Akmal

Jurusan Pendidikan Biologi
Fakultas Pendidikan Matematika Dan IPA
Institut Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
P A D A N G
1 9 9 1

KATA PENGANTAR

Buku "Ekologi Lanjutan" ini disusun untuk menambah bahan bacaan bagi mahasiswa pada program D3 dan S1 pada Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP Padang. Disamping bahan bacaan yang telah ada buku ini juga memperkaya wawasan mahasiswa dalam mata kuliah Ekologi, Pengetahuan Lingkungan dan Ilmu Lingkungan.

Materi dalam Ekologi Lanjutan ini disusun berdasarkan literatur yang terdapat pada sumber bacaan yang tercantum dihalaman akhir buku ini.

Penulis menyadari bahwa buku Ekologi Lanjutan ini masih banyak kekurangan dan masih belum sempurna terutama dari segi susunan dan bahasanya.

Oleh karena itu dengan senang hati penulis akan menerima segala saran dan perbaikan demi untuk kesempurnaan buku ini.

Terima kasih.

Padang Januari 1991

P e n u l i s

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR DIAGRAM.....	iv
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. KOMPONEN KOMPONEN EKOSISTEM.....	5
1. Komponen abiotik.....	8
2. Komponen biotik	23
BAB III. DINAMIKA POPULASI.....	31
1. Struktur Umur.....	31
2. Kemampuan Biotik.....	33
3. Bentuk Pertumbuhan populasi.....	33
4. Pola Penyebaran individu.....	34
5. Daerah toritorial dan homerange dari populasi.....	36
BAB IV. BEBERAPA INTERAKSI DALAM POPULASI.....	38
1. Klasifikasi Intraksi menurut Haeckel.....	38
2. Interaksi Negatif.....	40
3. Interaksi positif.....	40
4. Bentuk mikoriza.....	41
BAB V. SUKSESI DALAM EKOLOGI.....	42
1. Suksesi primer.....	44
2. Suksesi skunder.....	46
BAB VI. EKOSISTEM DARI SEGI FUNGSINYA.....	47
1. Energi dalam ekosistem.....	47

2. Struktur trofik dan piramida.....	50
3. Produktivitas.....	52
4. Siklus biogeokimia.....	54
BAB VII. SUMBER DAYA ALAM	63
1. Sumber daya alam biotik.....	63
2. Sumber daya alam abiotik.....	69
DAFTAR BACAAN.....	93

MILIK UPT PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
 DITERIMA TGL *OKTOBER 1991*
 SUMBER H/R A *HADIAH*
 KOLEKSI *KKI*
 NO IVE TARS *1412/HD/91-ED/2*
 CALL NO *574.5 AKM ED*

DAFTAR DIAGRAM

	Halaman
Spktrum Biologi	3
Piramida umur	32
Piramida jumlah	51
Piramida energi di danau Silver Springs (AS).....	52
Daur Sulfur	60
Gambar Komsumsi energi dan baja perkapita dengan P N R	72
Klasifikasi cadangan dan sumber mineral	73
Kurva penipisan persediaan mineral	77
Skema pengaliran panas/uap pada sumber geothermal	80

B A B I.

P E N D A H U L U A N

Manusia telah mulai tertarik ekologi semenjak perkembangan manusia. Perkembangan peradaban manusia dimulai semenjak manusia belajar memanfaatkan peralatan-peralatan untuk mengolah dan menguasai alam sekitarnya (lingkungannya). Perkembangan ekologi secara ilmiah juga berjalan secara bertahap. Tulisan-tulisan para ahli filsafat terkenal pada zaman Yunani seperti Aristoteles mengandung materi yang menyangkut ekologi. Namun semua ahli-ahli itu belum mengemukakan istilah khusus untuk itu. Barulah pada abad ke 19 ekologi mulai betul-betul diakui sebagai ilmu. Sebetulnya Charles Darwin pada tahun 1853 seorang tokoh Evolusi yang mengemukakan bahwa proses hidup meliputi: "Penyesuaian antar organisme yang menimbulkan perjuangan hidup dan pengaruh lingkungan terhadap penyesuaian organisme tersebut."

Karena itu sebahagian penulis juga menyebutkan bahwa Darwin sebagai bapak rohani ekologi.

Tentang nama-nama para ahli yang mengemukakan pendapatnya yang berhubungan dengan ekologi dan yang dapat diterima oleh masyarakat yaitu :

Anthony Van Leeuwen Hoek (Belanda) Sebagai printis

mikroskop juga merintis tentang "rantai makanan" dan "pengaturan populasi."

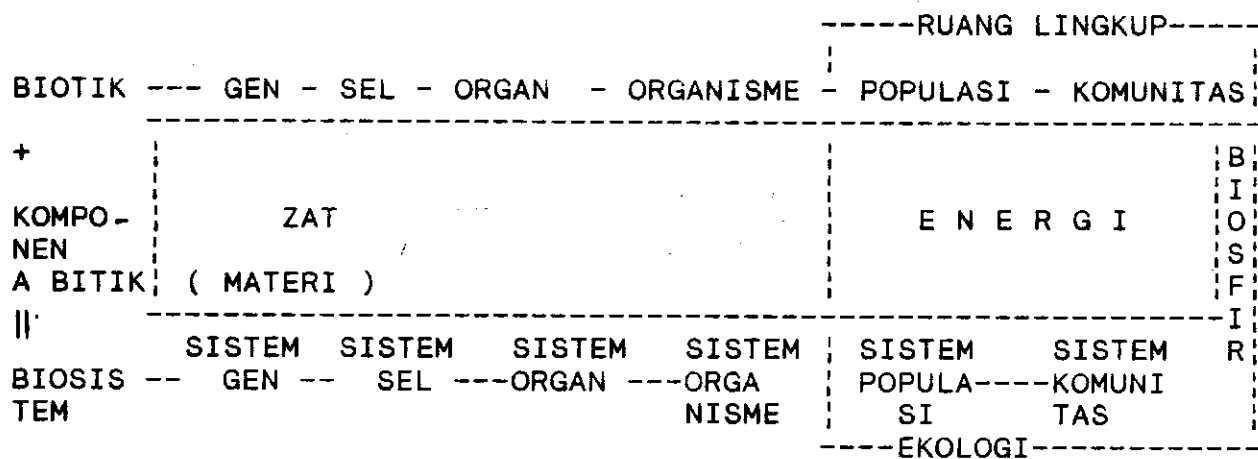
Kemudian tahun 1859 GEOFFROY ST.HILAIRE menggunakan istilah ETHOLOGY dalam bidang biologi yaitu :
"Mempelajari hubungan antara organisasi hidup dalam keluarganya dengan lingkungannya". Sesudah itu tahun 1869 ERNST - HAECKEL (Jerman) memperkenalkan istilah "Ekology" kemudian istilah itu seakan akan hilang karena pada tahun 1894 St George Jackson Milvart memperkenalkan lagi istilah "Hexicology" yaitu ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan lingkungannya yaitu tentang sifat dan ciri tiap tempat yang menyangkut iklim, tanah, serta kompetensi antara sesama organisme.
Namun istilah okologi yang telah dikemukakan oleh Ernst Haeckel tahun 1869 lebih terkenal sampai sekarang dapat bertahan dan lebih luas penggunaannya.
Ekologi berasal dari kata Yunani (oikos = rumah dan logos = ilmu). Jadi dari segi bahasa ekologi merupakan studi tentang organisme dirumahnya/tempat tinggalnya. Atau lebih tegas ekologi mempelajari baik interaksi antara makhluk hidup maupun dengan lingkungannya. Menurut E.P.Odum tahun 1971 (USA); "Ekology is the study of the relation of organisms or groups of organisms to their environment the science of the interrelations between living organisms and their environment."

Oleh karena itu ekologi berurusan dengan biologi sebagai kelompok organisme dengan proses - proses fungsional didalam dilautan dan perairan air tawar. Dan menurut Webster's Dictionary:

"Ekology is the totality or pattern of relations between organisms and their environment." atau dapat diartikan ekologi adalah suatu keseluruhan pola hubungan antara organisme dengan lingkungannya.

Secara ringkas ekologi dapat diartikan biologi sebagai lingkungan (environmental biology).

Untuk memahami ruang lingkup ekologi dan gambaran tentang tingkat organisasi didalam sistim biologi kita dapat memperhatikan gambar tentang "Spektrum Biology" menurut E.P.Odum tahun 1971.



(DIAGRAM SPEKTRUM BIOLOGY ODUM 1971)

hal. 2

Jadi ruang lingkup ekologi mulai dari populasi sampai komunitas

dan ekosistem serta bergerak tiada ujung kanan dari diagram biologi. Perlu kita perhatikan bahwa jenjang organisasi dari biosistem itu tidak mempunyai batas yang tegas antara jenjang yang satu dengan jenjang lainnya.

B A B II

KOMPONEN EKOSISTIM

Bila kita lihat dan perhatikan area kehidupan disekitar kita, akan terlihat unit-unit kehidupan yang berbeda beda antara tempatnya yang satu dengan yang lain.

Kehidupan yang terdapat didarat tidak sama dengan kehidupan diair, begitu juga kehidupan disawah tidak sama dengan kehidupan di hutan dan sebagainya. Perbedaan itu dapat berupa organisme penghuninya tetapi juga dalam perbedaan jumlahnya. Perbedaan makhluk hidup yang menghuni area tadi bukanlah suatu kebetulan tetapi karena ada hubungan yang erat dengan lingkungan yang ada disekitarnya.

Makhluk hidup dan lingkungan abiotiknya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan yang saling berhubungan dan saling berinteraksi satu sama lain. Setiap unit yang mencakup semua makhluk hidup dalam suatu daerah yang memungkinkan terjadinya interaksi dengan lingkungan abiotik dalam suatu sistem disebut ekosistem atau sistem ekologi (odum tahun 1971).

Pengertian ekosistem berkaitan dengan fungsi dalam pemikiran ekologi, yang menggambarkan adanya hubungan, saling ketergantungan dalam sebab akibat yaitu yang menghubungkan komponen-komponen dalam ekosistem.

Komponen-komponen dalam ekosistem dibedakan.

1. Dari segi makanan yaitu;

1. komponen autotrof
2. komponen heterotrof

Komponen autotrof adalah komponen ekosistem yang mampu membuat makanannya sendiri yaitu dari bahan-bahan anorganik. Termasuk komponen autotrof; yaitu tumbuhan yang berhijau daun. Tumbuhan yang berhijau daun (klorofil) mampu membuat makanannya dari zat anorganik dengan bantuan cahaya matahari.

Komponen heterotrof adalah komponen ekosistem yang tidak mampu membuat makanan sendiri dan hidupnya tergantung kepada makhluk lain. Termasuk komponen ini hewan, manusia dan tumbuhan yang tidak berhijau daun misalnya jamur dan bakteri. Untuk mendapatkan zat makanannya organisme heterotrof menggantungkan dirinya kepada makhluk lain,

2. Dari segi susunannya ekosistem dibedakan.

1. komponen abiotik
2. komponen biotik

Komponen abiotik adalah komponen ekosistem yang terdiri dari yang tidak hidup misalnya. tanah, air, udara, suhu, cahaya, iklim, dan topografi.

Komponen biotik adalah komponen ekosistem yang terdiri dari makhlukhidupbaik hewan, tumbuhan maupun mikroorganisme.

3. Menurut fungsinya komponen biotik dapat dibedakan atas 3 golongan:

Yaitu.

1. produsen
2. konsumen
3. pengurai

Produsen adalah golongan makhluk hidup dalam ekosistem yang mempunyai fungsi penghasil zat-zat makanan yaitu tumbuhan yang mempunyai zat berhijau daun.

Karena golongan produsen ini mampu membuat zat makanan yang berupa zat organik maka produsen sangat penting dalam ekosistem yaitu penghasil zat-zat makanan bagi makhluk hidup lain.

Konsumen disebut juga dengan fagotraf adalah golongan makhluk hidup heterotrof yang mengambil zat makanan dengan jalan memakan makhluk hidup lain.

Golongan konsumen ini dapat dibedakan ;

- Konsumen primer yaitu konsumen yang memperoleh zat-zat makanannya langsung dari produsen. Misalnya hewan memakan tumbuhan atau herbivora seperti kambing, lembu dan rusa dan lain-lain.
- Konsumen skunder yaitu konsumen yang memperoleh zat-zat makanannya dari konsumen perimair termasuk golongan ini adalah hewan pemakan daging atau Cornivora.
- Konsumen tertier yang memakan segala macam termasuk golongan Omnivora.

Golongan pengurai disebut juga dekomposer atau saprotrof atau juga osmotrof adalah golongan makhluk hidup yang menguraikan kembali zat-zat organik dari organisme yang telah mati menjadi zat organik sederhana.

Golongan pengurai ini juga adalah konsumen tetapi zat yang digunakan sangat kecil, karena itu disebut golongan mikrokonsumen sedangkan golongan konsumen disebut dengan makrokonsumen.

Yang akan dibahas adalah :

Komponen-komponen Abiotik dalam ekosistem.

Ekosistem segi susunannya mempunyai 2 komponen yaitu:

1. Faktor abiotik yaitu komponen tak hidup seperti tanah, air, udara, suhu, cahaya dan topografi.
2. Faktor biotik yang hidup yaitu hewan dan tumbuhan.

Kedua faktor itu saling berinteraksi satu sama lain sehingga ekosistem itu menjadi seimbang.

1. Faktor abiotik.

a. Faktor tanah :

Biosfir sering dibagi atas 3 bahagian:

- lapisan atmosfir
- lapisan hidrosfir
- lapisan pedosfir (tanah)

Masing-masing tersusun atas komponen hidup dan tak hidup secara umum bahwa tanah merupakan hasil kerja iklim.

Faktor tanah dan porositas tanah adalah sangat menentukan bagi tumbuhan dan hewan untuk dapat hidup.

Kalau kita memotong tanah secara melintang kita dapati lapisan-lapisan yang mendatar. Irisan itu disebut dengan profil dan lapisan itu disebut dengan horizon. Semua lapisan diatas bahan induk tanah disebut Solun.

Dibawah ini adalah masing-masing horizon tanah

1). Horizon A (Topsoil)

Terdiri dari sisa-sisa hewan tumbuhan yang sedang mengalami humifikasi.

Lapisan ini dibagi :

- a). lapisan sampah.
- b). lapisan humus
- c). zone resapan

Lapisan sampah dibagi lagi

1. lapisan sampah baru
2. lapisan sampah lama
3. lapisan sampah bercendawan

2). Lapisan kedua disebut Horizon B terdiri dari mineral tanah, tempat produksi mineralisasi. Zat-zat yang terlarut berasal dari lapisan A yang terbawa oleh air

yang meresap ke lapisan B. Lapisan berwarna tua dari lapisan B merupakan tempat zat itu terkumpul.

3. Horizon ke 3 disebut lapisan C, adalah lapisan perbatasan zat induk. Zat induk mungkin terjadi karena proses pemin dahan yaitu.

- a. deposit kolovial karena gaya berat
- b. deposit aluvial karena air
- c. deposit glasial karena es
- d. deposit eovial karena angin

Komponen utama dari tanah terdiri dari :

- bahan mineral = 45%
- bahan organik = 5%
- air = 5%
- udara = 25%

Keempat komponen ini bercampur secara terpadu.

Bahan mineral berbentuk pecahan-pecahan dari yang dapat dilihat sampai kepada yang halus dilihat dibawah mikroskop.

Bahan organik adalah penimbunan dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang mengalami pelapukan oleh mikroorganisme.

Bahan organik yang dikandung tanah sangat sedikit tetapi mempunyai pengaruh terhadap tumbuhan karena.

- Bahan organik sebagian terbentuk butir granuler sebagian tanah gembur pada tanah produktif.
- Bahan organik sumber utama pembentuk fosfordan sulfur yang dipoerlukan oleh tumbuhan.

- untuk meningkatkan daya menahan air tanah .
- sumber tenaga untuk mikroorganisme dalam tanah.

Sisa-sisa perombakan oleh mikroorganisme ini merupakan humus.

Sedangkan komponen air dan udara sebagai pembentuk tanah akan dibahas tersendiri.

Disamping profil tanah yang menimbulkan horizon tanah yaitu bahagian tanah yang terdiri dari partikel-partikel tanah yang sangat kecil sampai yang berair.

Menurut ahli Geology KATILI membedakan ukuran partikel tanah sebagai berikut:

Pembagian partikel tanah.

1).	Bongkah berukuran	2000	-	200	mm
2).	Kerikil kasar berukuran	200	-	20	mm
3).	Kerikil halus berukuran	20	-	2	mm
4).	Pasir kasar berukuran	2	-	0,2	mm
5).	Pasir halus berukuran	0,2	-	0,02	mm
6).	Galuh berukuran	0,02	-	0,002	mm
7).	Lempung berukuran	<		0,002	mm

Pengertian dari tekture adalah berapa persen dari ke 3 unsur partikel batuan pasir, geluh dan lempung dan juga menggambarkan bentuk fisik dari tanah.

Makin kecil partikel tanah makin besar daya kapilaritasnya dan juga makin kecil sifat porositasnya. Begitu juga sebaliknya makin besar partikel tanah makin kecil daya kapilaritasnya dan makin besar porositasnya.

b. Faktor Air

Dari pandangan ekologi air merupakan keperluan fisiologi protoplasman. Semua makhluk hidup membutuhkan air dalam tubuhnya \pm 50% air.

Makhluk hidup memperoleh air dari air yang ada di alam. Di alam air mengalami proses yang berbentuk siklus yaitu:

- a). Siklus hidrologik kecil, terjadi di lautan yang luas dimana air yang menguap mengembun dan jatuh sebagai hujan di lautan.
- b). Daur hidrologik sedang, dimana air - menguap dari lautan menjadi awan dan jatuh sebagai hujan didarat yang membentuk sungai dan kembali dilaut.
- c). Daur hidrologik besar ;
Air yang menguap, mengembun membentuk titik air karena cuaca dingin membentuk salju. Kemudian salju turun sebagai gletsyer kemudian mengalir kesungai dan terus kelaut.

Jika tanah terisi oleh air maka terjadilah retensi maksimal. Apabila udara dalam tanah terdorong keluar dan semua pori-pori mikro terisi oleh air (jenuh air).

Kapasitas Lapangan.

Bila pemberian air terhenti air turun lebih cepat sehingga pori makro telah kosong tetapi pori-pori mikro masih terisi oleh air.

Koefisien Layu.

Bila saat tumbuhan mulai layu, yaitu dimana air dalam pori-pori mikro dalam tanah berkurang sehingga tampak tanda tumbuhan mulai layu.

Jika ditinjau air dialam ada 3 air yang dibutuhkan dalam tumbuhan.

a). Air kelebihan yaitu air yang berada pada kapsitas lapangan, bagi tumbuhan tidak menguntungkan:

- a. sulit menangkap oksigen
- b. aktifitas bakteri terhambat
- c. unsur hara terdorong kebawah.

b). Air tersedia.

Air yang terdapat/terikat antara kapsitas lapangan dengan koefisien layu permanen.

c). Air tidak tersedia.

Air yang terikat pada titik-titik layu permanen, termasuk:

- air higroskopis
- air kapiler.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

c. Faktor Udara

Semua Organisme memerlukan udara yang terdiri dari oksigen, nitrogen, hidrogen dalam uap air dan karbon dioksida.

Sebagian udara terdapat disekeliling bumi, didalam tanah dan dalam air. Hewan dan manusia mendapat oksigen dari udara. Nitrogen diperoleh tumbuhan sebagian dari udara dalam bentuk amoniak dan nitrit. Sedangkan nitrit dirubah menjadi nitrat oleh bakteri nitrit.

Tanah yang dianggap airasinya baik jika;

1. mempunyai ruang yang cukup untuk menyimpan udara.
2. mempunyai kemungkinan udara keluar masuk.

Tanah yang tidak baik aerasinya khususnya O_2 , sangat menghambat fungsi mikro organisme derob, bakteri yang memproses oksidasi, nitrogen dan sulfur

Pengaruh udara yang kurang baik itu tampak pada tumbuhan tingkat tinggi

- a). Tumbuhan terganggu karena akarnya terbatas.
- b). Absorpsi unsur hara terganggu
- c). Air umumnya berkurang
- d). Pembentukan senyawa udara beracun

d. Faktor suhu.

Panas matahari merupakan sumber energi bagi semua peris-tiwa cuaca.

Atmosfir menerima proses matahari secara tidak langsung dari radiasi yang dipancarkan kembali oleh bumi.

Energi panas dirambatkan dari tempat ketempat lain oleh proses konduksi, konveksi dan radiasi, masing-masing proses ini mempunyai fungsi yang penting dalam proses perubahan cuaca.

Konduksi, merupakan proses perambatan panas yang sebenarnya melalui suatu medium. Proses ini membutuhkan percepatan dari tiap-tiap molekul dalam benda itu dan keunikan energi itu dirambatkan kesekelilingnya. Jika perberbedaan suhu besar maka perambatan panas lebih cepat. Jadi harus ada perbedaan suhu sebelum terjadinya proses konduksi.

Kecepatan perambatan panas tergantung dari daya hantar jenis benda, yaitu jumlah kalori yang dirambatkan perdetik melalui suatu permukaan yang luasnya 1 Cm^2 , tebalnya 1 meter dengan perbedaan suhu pada masing-masing permukaannya 1°C .

Udara adalah pengantar yang kurang baik. Diatmosfir perambatan konduksi kurang penting karena perbedaan suhu terlalu rendah jaraknya jauh dan daya hantar terlalu kecil.

Konveksi merupakan perambatan panas, dari benda yang dipanasi. Bila udara dipanaskan akan mengembang dan naik untuk diganti oleh udara dingin yang turun.

Peristiwa ini dinamai konveksi, peristiwa yang sama juga terjadi pada cairan dan gas. Gas mempunyai sifat konveksi lebih besar dari cairan dan cairan lebih besar dari benda padat.

Bila mana pergerakan panas terjadi pada arah mendatar misalnya dari laut ke darat prosesnya dinamai adveksi, proses ini adalah proses keseimbangan panas yang penting yang terjadi dipermukaan bumi.

Radiasi adalah proses perambatan panas dalam bentuk gelombang tanpa atau adanya medium perambatan.

Radiasi yang diterima bumi berasal dari matahari dalam bentuk gelombang elektromagnetik melalui kehampaan ruang angkasa (ekosfera).

Efektif atau tidaknya suhu objek sebagai pemancar energi tergantung dari suhu warna dan macam permukaannya. Faktor-faktor itu menentukan juga efektif tidaknya penyerapan radiasi.

Jumlah energi yang dipancarkan dari sebuah benda tergantung dari suhu benda itu. Jumlah radiasi maksimum ini untuk suatu suhu tertentu dinamai radiasi benda hitam (black body radiation). Setiap benda yang dapat memancarkan semua panjang gelombang secara maksimum pada suatu suhu tertentu dinamai benda hitam.

Benda hitam yang sempurna jarang terdapat di alam, akan

tetapi banyak benda-benda yang berlaku seperti benda hitam. Permukaan salju dari awan misalnya dapat berlaku sebagai benda hitam terhadap radiasi gelombang panjang tetapi tidak terhadap gelombang pendek, yang dipantulkan dengan kuat.

Semua benda hitam memancarkan spektrum yang kontinu.

Hukum radiasi diantaranya.

1. Hukum Stefan Boltzman yang menghubungkan radiasi dengan suhu.
2. Hukum Wien yang menghubungkan panjang gelombang dari radiasi yang dipancarkan oleh suatu benda dengan suhu.

e. Faktor cahaya

Cahaya sangat penting bagi kehidupan organisme cahaya sangat diperlukan untuk fotosintesis untuk mempengaruhi setiap tumbuhan.

Ada tiga aspek dari cahaya yang berpengaruh terhadap kehidupan yaitu :

- kualitas cahaya
- intensitas cahaya dan
- lamanya penyinaran cahaya

Cahaya matahari yang sampai ke bumi hampir kontinu yaitu dari panjang gelombang 1500 \AA pada sinar U.V(ultra violet) sampai lebih dari 40000 \AA pada sinar I.R. (Infra red).

Dari rentangan yang luas itu cahaya yang tampak yang berpengaruh kepada kehidupan. Dari penyebaran cahaya

yang tampak adalah sebagai berikut.

- ultra violet panjang gelombang 4000 A^o(0,4 mikron).
- violet 4000 - 4240 A^o
- biru 4240 - 4912 A^o
- hijau 4912 - 5750 A^o
- kuning 5750 - 5850 A^o
- orange 5850 - 6470 A^o
- merah 6470 - 7000 A^o
- infra merah > 7000 A^o

Cahaya tampak yang berpengaruh kepada pertumbuhan adalah.

- untuk fotosintesis cahaya merah dan biru
- untuk pengatur pertumbuhan biji dan pertumbuhan sel juga diperlukan spektrum merah dan biru.
- untuk mengatur tumbuhan diperlukan spektrum yang mendekati infra merah.
- Disamping itu ada hewan yang berpengaruh pada kualitas cahaya, misalnya: Crustaceae dan octopus.

mempunyai warna tubuh yang sangat sensitif terhadap hijau muda.

Lebah madu peka terhadap ultra violet.

Jenis burung yang bermigrasi perkembangan organ seksualnya dirangsang oleh cahaya merah dan jingga.

Jumlah energi matahari yang sampai ke permukaan bumi ditentukan oleh intensitas cahaya. Intensitas cahaya bergantung kepada kondisi lingkungan.

Hutan yang kanopinya sangat lebat akan mempengaruhi intensitas cahaya.

Atmosfir yang dilalui oleh cahaya matahari akan menghambat cahaya sehingga intensitas cahaya matahari akan berkurang.

f. Faktor iklim

Unsur pembentuk iklim adalah sama dengan unsur-unsur pembentuk cuaca yaitu suhu, kelembaban angin, curah hujan awan dan penyinaran. Iklim adalah keadaan rata-rata cuaca selama 30 tahun sedang cuaca hanya berlaku untuk sesaat dan tidak berlangsung lama.

Ada 2 cara pendekatan yang dapat dilakukan untuk klasifikasi itu :

- a. Cara empiris yang didasarkan atas ciri-ciri khas dari unsur iklim yang diamati.
- b. Cara genetis didasarkan faktor-faktor iklim, biasanya dua unsur atau lebih yang digunakan sebagai dasar klasifikasi.

Seperti telah kita ketahui bahwa ada hubungan antara lintang bumi dengan suhu sehingga bumi dapat dibagi atas zona dingin, zona sedang dan zona panas.

Begitu juga karena vegetasi dapat mengintegrasikan efek dari unsur-unsur iklim, maka vegetasi dapat dijadikan sebagai ciri dari keadaan iklim.

Zona iklim adalah daerah yang luas dengan iklim yang seragam, seperti : pengaruh daratan dan lautan serta vegetasi yang luas.

Klassifikasi iklim menurut W.Kocppen. Sistem klasifikasi yang banyak digunakan oleh sistem W.Koeppen (1846 - 1940) seorang ahli Biologi dari Jerman.

Dia mengemukakan klasifikasi iklim yang menggunakan suhu, curah hujan dan sifatsifat musim sebagai dasar dan juga didasarkan kepada zona-zona vegetasi.

Sistem klasifikasinya terdiri dari 5 golongan besar yaitu :

- A. Iklim hujan tropis dengan suhu yang tinggi setiap musim
- B. Iklim kering
- C. Iklim sedang hujan dengan musim dingin yang sedang.
- D. Iklim hutan dingin dengan musim winter yang dingin
- E. Iklim kutub.

Untuk menunjukkan type-type iklim utama diberikan tanda tanda indeks tambahan. Huruf kedua menunjukkan pengaruh hujan, huruf ketiga pengaruh suhu dan huruf keempat pengaruh unsur-unsur lainnya. Kelima golongan iklim utama itu terbagi atas 11 type iklim simbol sebagai berikut:

- A. Iklim hujan tropis terdiri dari
 - 1. Iklim lautan hujan tropis (Af)
 - 2. Iklim savana tropis (Aw)
- B. Iklim kering terdiri dari:
 - 3. Iklim steoppe (Bs)
 - 4. Iklim gurun pasir (Bw)
- C. Iklim sedang hujan terdiri dari:
 - 5. Iklim panas dengan winter yang kering (Cw)

6. Iklim panas dengan summer yang kering (Cs)

7. Iklim sedang yang lembab (Cf)

D. Iklim hutan yang dingin terdiri dari

8. Iklim dingin tanpa priode kering (Df)

9. Iklim dingin dengan winter yang kering (Dr)

E. Iklim kutub terdiri dari ;

10. Iklim tundra (Er)

11. Iklim es dan salju abadi (Ef)

Klassifikasi iklim menurut Thorntwaite juga cara menentukan batas-batas iklim secara kuantitatif yang terutama juga berdasarkan vegetasi. Thorntwaite memasukkan unsur penguapan karena kebutuhan air bagi tanaman tidak hanya tergantung dari besarnya presipitasi tetapi juga dari besarnya air bagi tanaman tidak hanya tergantung dari besarnya air yang diuapkan kembali.

Perbandingan antara presipitasi (P) dengan penguapan (E) menunjukkan hujan yang efektif bagi kehidupan tanaman disebut ratio P.E (P = presipitasi bulanan dan E =Evaporasi bulanan.

Jumlah dari 12 ratio PE bulanan disebut indeks PE.

Besarnya P/E indeks dibedakan 5 golongan kelembaban yang mempunyai ciri vegetasi:

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

Golongan kelembaban	Ciri vegetasi	P/E indeks
A. Basah	Hutan hujan	lebih dari 128
B. Lembab	Hutan	64 - 127
C. Agak lembab	Padang rumput	32 - 63
D. Agak kering	Steppe	16 - 31
E. Kering	Gurun pasir	kurang dari 16

Tiap golongan kelembaban dibagi lagi menjadi 4 sub type yang didasarkan atas jumlah hujan musiman.

r = hujan banyak pada semua musim.

s = hujan kurang pada musim summer.

w = hujan kurang pada musim winter.

d = hujan kurang pada semua musim.

Suhu sangat mempengaruhi pada penyebaran tumbuhan. Oleh karena itu ada istilah efisiensi thermal T/E. Jumlah dari 12 T/E bulanan dinamai indeks T/E.

Berdasarkan efisiensi thermal terdapat 6 golongan suhu.

Golongan suhu	Indeks T/E
A' Tropis	64 - 127
B' Mesothermal	32 - 63
C' Mikrothermal	16 - 31
D' Taiga	1 - 15
E' Tundra	0

Klasifikasi Thorntwaite dikemukakan tahun 1931, dan 1933 dan dianggap bahwa vegetasi merupakan alat pencatat iklim

yang paling sempurna.

g. Faktor topografi.

Faktor topografi adalah faktor yang mempengaruhi penyebaran makhluk terutama tumbuhan (vegetasi).

Faktor topografi adalah:

- a. Altitude = suatu ketinggian yang diukur dari permukaan laut.
- b. Latitude = garis lintang yang diukur mulai diukur dari khatulistiwa.

Ada korelasi antara vegetasi yang menempati tempat/dataran yang makin tinggi dengan vegetasi pada tempat yang semakin jauh dari khatulistiwa. Dengan kata lain jenis tumbuhan mulai dari tempat dingin (kutub) dsampai ke khatulistiwa akan sama jenis tumbuhannya dari puncak gunung ke dataran rendah, yaitu vegetasinya sebagai berikut :

- lumut tundra
- tiaga
- hutan gugur
- hutan hujan
- gurun (sabana steepa)
- padang pasir

Vegetasi dari masing-masing bioma itu akan dibahas dalam ekosistem teresterial.

13. Komponen biotik dalam ekosistem.

Walaupun individu bukan termasuk ruang lingkup Ekologi dalam struktur organisasinya, tetapi individu dan

spesies merupakan kumpulan, pembentukan suatu populasi, karena itu penting untuk dibicarakan.

a. Individu

Pertama-tama kita mengamati organisme sebagai individu (latin = tidakdapat dibagi) seperti pohon, semut dan manusia, individu itu dapat dilihat, dihitung, diukur dan dapat dipakai sebagai percobaan. Kita masing-masing merupakan individu tiap ekor sapi dalam kawanannya dan tiap ekor ikan dalam kelompoknya serta tiap batang jagung dalam kebun. Umumnya kita dapat membedakan tiap individu.

Tetapi akan lebih sulit memisahkan individu rumput dari suatu lapangan, begitu juga pada binatang karang. Harusnya masing-masing kita sebut individu ataukah seluruhnya. Hal yang sama juga kita dapatkan hal rumpun jahe dan tasbih (canna). Bagian atas dari canna merupakan beberapa individu. Tetap bahagian bawahnya kalau kita gali tumbuhan canna itu berhubungan menjadi satu, kalau hubungan itu diputuskan tiap bahagian itu akan tumbuh.

Jadi apakah yang dinamakan individu pada binatang karang dan tumbuhan canna itu.

Walaupun individu masih merupakan masalah, namun jelas, setiap individu berasal dari individu lain yang sejenis. Dan kita mengalami kesukaran menetapkan mana yang individu pada canna dan

binatang karang itu. Kita dapat menggunakan pedoman bahwa individu selalu menggambarkan sifat tunggal dan dalam dirinya proses hidupnya dilakukan sendiri.

a. Spesies

Sebagai batasan untuk spesies dapat digunakan beberapa ciri :

Organisasi yang sama spesiesnya, mempunyai sifat yang sama, yaitu sifat morfologi, anatomi dan fisiologi. Ketiga sifat-sifat itu juga dimiliki oleh keturunannya. Organisasi dalam satu spesies mempunyai chromosom yang sama. Apabila kedua spesies itu dikawinkan akan menghasilkan keturunan yang kuat dan subur. Jika dua organisme tidak sama spesiesnya bila melakukan perkawinan, tetapi ada kemungkinan keturunannya segera mati seperti pada kodok. Kemungkinan lain keturunannya seluruhnya mandul yang tidak dapat menghasilkan keturunan. Keadaan tersebut merupakan suatu usaha untuk mempertahankan ciri-ciri spesies suatu organisme.

Keturunan yang murni dari suatu spesies jika disilang dengan keturunan murni lain dari spesies itu akan menghasilkan yang kuat dan fertil. Keturunan dari bastar ini dapat kawin dengan bastar lain dalam spesies yang sama, sehingga menghasilkan varietas dalam spesies.

c. Populasi

Menurut tingkat organisasi sistim biotik, (Odum 1976) bahwa ruang lingkup ekologi dimulai dari populasi, kemudian komunitas dan terakhir adalah ekosistem. Kata populasi berasal dari bahasa Latin yang artinya penduduk (populus = rakyat). Jadi populasi jumlah individu sejenis yang menempati tempat dan waktu tertentu.

Misalnya penduduk pulau Sumatera 35 juta atau misalnya populasi badak Sumatera tahun 1984 = 500 ekor.

Populasi mempunyai karakteristik yang khas untuk kelompok untuk masing-masing anggotanya. Karakteristik adalah :

- a. kepadatan (densitas)
- b. natalitas (laju kelahiran)
- c. mortalitas (laju kematian)
- d. migrasi

a). Densitas

Kita sudah menjelaskan bahwa populasi jumlah individu sejenis pada area tertentu dan waktu tertentu. Area dan waktu dari jumlah individu menunjukkan suatu kepadatan (densitas). Misalnya jumlah siswa kelas II semester 2 yaitu 40 orang :

Rumus Kepadatan

$$D = \frac{N}{S}$$

D = Densitas = kepadatan

N = Nomerus = jumlah

S = Spatium = ruang

Sedangkan organisme yang didarat dipakai m^2 sedangkan dalam air dm^3 .

b). Natalitas

Disebut juga laju atau tingkat kelahiran. Natalitas kemampuan organisme menambah jumlahnya Natalias selalu positif atau paling tidak sama dengan nol. Ada kalanya pertumbuhan permulaan terhenti karena keterbatasan persediaan makanan atau pengaruh musim. Oleh karena itu natalitas maximum akan tercapai kalau keadaan lingkungan yang sangat menunjang. Natalitas adalah banyaknya individu baru persatuan waktu persatuan populasi $N =$ banyaknya individu yang dilahirkan.

$$\text{Natalitas} = \frac{N_n}{N \times t}$$

N_n = jumlah individu baru

t = satuan waktu

N = Jumlah individu

Seperti telah kita ketahui bahwa tingkat Natalitas selalu positif atau nol, karena ukuran yang digunakan hanya angka kenaikan bersih dan tidak diperhitungkan kematian atau perpindahan populasi.

c). Mortalitas.

Mortalitas disebut laju (tingkat kematian, mortalitas = dapat mati).

Dalam ekologi mortalitas, kemampuan suatu populasi untuk menjadikan anggotanya lebih kecil.

Rumus mortalitas.

M_n = mortalitas banyaknya individu yang mati dalam populasi.

M_n

= tingkat mortalitas persatuanwaktu

$\frac{M_n}{N \times t}$ = tingkat mortalitas persatuan waktu perindividu dalam suatu populasi

$N \times t$

d). Migrasi

Selain dari faktor natalitas dan mortalitas yang mempengaruhi kepadatan populasi, adalagi yang memopengaruhinya yaitu faktor migrasi. Migrasi dari bahasa Latin = migrare yaitu pindah dari satu ketempat lain

Bentuk perubahan itu dapat ;

- Imigrasi yaitu kedatangan individu baru kedalam sehingga menambah jumlah populasi.
- Emigrasi yaitu kepergian individu keluar batas populasi sehingga populasinya berkurang.

Migrasi organisme/individu yang keluar masuk kepada suatu tempat atau area merupakan pergerakan bolak balik misalnya.

1. Migrasi tahunan (Annual migration), yang berjarak panjang (longitudinal).

Perjalanan panjang dilakukan oleh jenis burung Sterna paradisae yang daerah berbiaknya Pulau Hijau (Green Land) Alaska, sedang daerah perpindahannya untuk menghindari musim dingin yaitu sebelah Selatan dari Amerika Selatan.

Stimulus (rangsangan) yang menyebabkan migrasi itu sifatnyakompleks yaitu mencakup proses-proses fisiologi, hormon dan keseimbangan energi.

Migrasi merupakan tingkah laku instinktif yang polanya sudah tercakup dalam sistem syaraf burung itu. Stimulus itu timbul apabila antara getaran (rithma) fisiologi (internal) dengan lingkungan telah mencapai stadium kritis.

Migrasi tahunan juga terdapat pada bangsa serangga (misalnya ; belalang).

2). Migrasi tahunan yang bersifat altitudinal terdapat pada hewan (bangsa burung, mamalia besar yang bergerak dari pergunungan kedataran rendah atau sebaliknya.

3). Migrasi yang bersifat vertikal ataupun horizontal yang dijumpai pada bangsa siput dan berbagai serangga. Pada siang hari bersembunyi dibawah batang serasah, lobang atau lekuk batu, pada malam hari hewan ini merayap keluar atau naik ketanah. Plankton bergerak turun pada siang hari dan waktu malam hari naik kepermukaan laut.

- 4). Ada juga migrasi yang bersifat metamorfes yang androm, misalnya pada bangsa ikan Salam (Salmon) = ancorhynchus). Ikan dewasa berenang menuju kearah hulu sungai. Sesudah kawin dan bertelur , ikan dewasanya mati. Anak-anak ikan berenang kemuara sungai atau kelaaut kembali, setelah kira-kirea setahun kemudian menuju hulu sungai kembali seperti dialami induknya.
- 5). Migrasi yang bersifat Katadrom yang berlawanan dengan yang androm yang dialami oleh sejenis belut Eropah (Anguilla). Ikan dewasa dari perairan air tawar didaratan bermigrasi kelautan sebelah timur. laut kepulauan Hindia Barat (laut Sargasso) dan berbiak disana. Larva ikan ini bermigrasi kembali kedaerah daratan dan menjadi besar diperairan air tawar.

B A B III

D I N A M I K A P O P U L A S I

Kita telah mengetahui bahwa perubahan kepadatan disebabkan natalitas, nortalitas imigrasi dan emigrasi. Keempat faktor ini yang menyebabkan turun naiknya populasi. Keadaan turun naiknya populasi itu dinamakan dinamika populasi.

Dalam dinamika populasi ada beberapa yang perlu diketahui.:

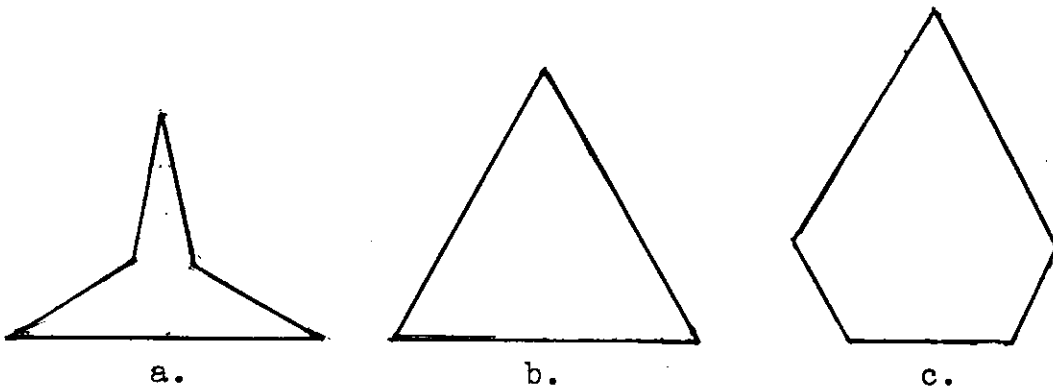
1. Struktur umur

Populasi mempunyai 3 bentuk umur secara ekologi yaitu prareproduktif, produktif dan postreproduktif. Gambaran itu memeberikan jangka hidup suatu populasi dan tiap-tiap hewan berbeda masing-masing periode. Lamanya priode sangat erat hubungannya dengan penyebaran populasi.

Ada 3 macam struktur umur suatu populasi dan biasanya digambarkan dalam bentuk piramida umur.

- a. Populasi yang cepat berkembangnya, populasi muda populasinya besar disebut populasi penduduk muda.
- b. Populasi stationer penyebaran kelompok umur secara merata.

- c. Populasi yang menurun yang mempunyai kelompok tua lebih besar dibandingkan dengan umur muda.



Piramida umur. (Soendjojo, 1985, hal. 56).

Terdapat 3 bentuk dasar piramida.

- a. Bentuk piramida dengan dasar yang luas dengan ciri jumlah penduduk muda yang besar.
- b. Bentuk poligon (bentuk lonjong) jumlah umur kelompok yang muda seimbang dengan umur kelompok tua.
- c. Bentuk pasu (kendi), yang mempunyai ciri penduduk muda lebih kecil dari penduduk tua.

Dari ketiga individu/organisme itu dapat dicontohkan dengan;

- a. Padang rumput yang baru tumbuh setelah terbakar.
- b. Fase sesudah lima bulan terbakar dan
- c. Fase akhir pada musim kering sebelum terjadi kebakaran lagi.

2. Kemampuan Biotik

Kemampuan biotik adalah kemampuan berproduktif dari suatu populasi untuk menambah jumlah anggotanya bila populasinya sudah mantap dan lingkungan optimal.

Daya tahan lingkungan adalah keseluruhan faktor pembatas suatu lingkungan yang dapat mencegah kemampuan biotik.

3. Bentuk pertumbuhan populasi.

Ada 2 pola bentuk pertumbuhan populasi.

- Bentuk kurva sigmoid (Bentuk S)

- Bentuk kurva J.

Dari bentuk sigmoid (S) dapat dilihat bahwa pertumbuhan populasi itu mula-mula berjalan dengan lambat (fase establishment) kemudian menjadi cepat (fase logaritmis) sehingga mencapai maksimum titik infleksi dari kurva lalu menjadi lambat lagi (fase negatif) sejalan dengan makin beretambahnya tahanan lingkungan sehingga dicapai suatu tingkatan keseimbangan.

Kurva sigmoid ini berasal dari bentuk persamaan.

$$\frac{dN}{dt} = b \times N \frac{(K - N)}{K}$$

N = jumlah populasi total pada waktu pertumbuhan.
dari tiap organisme dalam populasi (=potensi biotik).

k = Suatu konstanta (angka tetapan yang menunjukkan populasi maksimum yang mungkin untuk kondisi waktu itu.

Pada kurva bentuk J tahanan lingkungan (faktor ekstrinsik) itu terlambat beroperasinya, sehingga faktor yang bersifat menekan itu baru beroperasinya menjelang akhir dari masa bertambahnya populasi.

Persamaan untuk kurva J adalah:

$$\frac{N}{t} = b.N$$

Simbolnya sama dengan persamaan kurva sigmoid.

Pada umumnya populasi dari suatu organisme tidak ada yang konstant besarnya, misalnya populasi berada dalam carrying capacity. Populasi selalu cenderung berfluktuasi keatas. Defiasi dari tingkat keseimbangan yang relatif asimetris disebut fluktuasi

Fluktuasi ini disebabkan oleh faktor ekstrinsik yaitu perubahan yang disebabkan oleh suhu, curah hujan kelembaban dan sebagainya.

Jumlah populasi suatu tempat yang kira-kira tetap tadi disebut kapasitas tampung (carrying capacity) lingkungan tersebut.. Atau Carryiang Capacity dari suatu ekosistem biomass maximal yang dapat ditampung oleh ekosistem.

4. Pola penyebaran individu dalam populasi

Secara umum ada 3 penyebaran individu dalam populasi (penyebaran intra populasi).

- a. Seragam
- b. acak = random
- c. kelompok.

a. Penyebaran secara seragam.

Individu dari populasi tersebar dengan jarak yang hampir-hampir sama antara individu yang satu dengan individu yang lain.

Penyebaran seragam terjadi bila individu itu berkompetisi dan type penyebaran ini tidak umum terdapat di alam.

b. Penyebaran secara acak

Di alam type penyebaran ini juga jarang terdapat. Penyebaran secara acak terdapat bila lingkungan itu keadaannya seragam diantara individu-individu tak ada kecendrungan untuk mengadakan pemisahan. Dari bermacam spesies invertebrata di lantai hutan hanya bangsa labah-labah yang menyebar secara acak.

c. Penyebaran secara kelompok

Penyebaran secara mengelompok adalah penyebaran type penyebaran yang paling umum.

Individu dari populasi itu tersebar dengan habitat dalam pasangan.

Untuk jenis hewan tertentu kelompok-kelompok itu memberikan nilai yang lebih tinggi (survival) misalnya kawanan rusa atau baboon dalam menghadapi pre-

datornya. Kelompok-kelompok individu

itu dapat sama dan dapat berbeda ukurannya. Karena itu dialam dijumpai 3 macam penyebaran kelompok.

1. mengelompok seragam
2. mengelompok secara acak
3. mengelompok secara merata dan besar.

Bentuk penyebaran dipengaruhi oleh jumlah individu dan luasnya areal. Pengelompokan itu bergantung dari keadaan alami dari tiap-tiap habitat. Pengelompokan juga terjadi sebagai akibat meningkatnya persaingan dalam memperoleh makanan dan tempat hidup.

Dengan berkelompok individu itu akan lebih tahan terhadap ancaman kematian yang disebabkan perubahan lingkungan. Karena luas permukaan yang dihadapan dengan lingkungan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan seluruhnya kawanan itu bahkan dengan cara ber-ekelompok tubuh mampu menghadapi pengaruh angin dari pada hidup secara individu.

Keadaan hidup berkelompok lebih tampak pada hewan.

Misalnya suatu percobaan terhadap ikan yang memberikan racun yang berkelompok lebih tahan sedang secara individu tidak tahan.

5. Daerah teritorial dan homerange dari populasi.

Hewan secara individual, pasangan atau kelompok, keluarga dari vertebrata dan invertebrata tinggi

biasanya mempunyai "homerange" yaitu suatu daerah dimana hewan membatasi sekalian aktifitas hidupnya seperti penjelajahan mencari makan, pasangan berlari dan sebagainya.

Luas area homerange ini berkisar antara beberapa cm pada invertebrata, sampai beberapa km pada vertebrata (seperti harimau).

Homerange tidak dipertahankan secara aktif oleh hewan itu tetapi homerange dapat saling overlapping.

Teritorial yaitu satuan daerah yang dipertahankan secara aktif oleh setiap penyelonong, karena itu teritorial tidak overlap dan dipertahankan secara aktif oleh hewan-hewan tersebut seperti sarang, lobang tempat (bertelur dan dan membesarkan anak). Tingkah laku hewan dalam teritorial itu terbatas pada musim berbiak (berkembang).

Nice (1941) membagi kegiatan dalam teritorial atas dasar

- a. Kegiatan makan, berbiak (berkembang) dipertahankan).
- b. Kegiatan dalam sarang
- c. Kegiatan nonbreeding.

Terjadinya perkelahan didaerah batas teritorial tidak begitu umum terjadi, karena individu teritorial memberikan tanda dengan berbagai cara yaitu dengan bunyi-bunyian, bau dan bertingkah laku sehingga pengganggu akan menghindarkan diri.

Adanya daerah teritorial ini akan mengurangi terjadinya kompetisi dalam menghemat energi selama masa kritis.

B A B IV

BEBERAPA TYPE INTERAKSI DALAM POPULASI

Secara teori populasi antara 2 species mungkin mengadakan hubungan (interaksi).

1. Menurut HACKELL (1949) interaksi antara 2 organisme dapat diklasifikasikan sebagai berikut :
 - a. Netralisme : tidak ada populasi yang terpengaruh oleh populasi lain karena assosiasi.
 - b. Kompetisi : kedua populasi saling menghalangi secara aktif.
 - c. Kompetisi : dalam penggunaan sumber makanan. Masing-masing populasi saling berkompetisi dalam memperebutkan sumber makanan pada saat persediaan makanan kurang.
 - d. Amensalisme: Populasi yang satu menghalang sedangkan - populasi yang lain tidak terpengaruh (tidak apa-apa).
 - e. Parasitisme : Populasi yang satu memusuhi yang lain dengan serangan langsung, namun demikian populasi itu tergantung dari populasi itu tergantung dari populasi yang lain.
 - f. Predasi : Sama dengan parasitisme tetapi populasinya lebih besar.
 - g. Komensalisme: Populasi yang satu mendapat keuntungan dari assosiasi itu sedangkan populasi yang lain tidak terpengaruh.

h. Protokoperasi: Kedua populasi sama-sama mendapat keuntungan karena asosiasi itu tetapi hubungan itu tidak wajib.

i. Mutuallisme : Kedua populasi sama-sama mendapat keuntungan dari asosiasi itu, hubungan itu bersifat wajib.

Type Intraksi	Species 1 - 2	Sifat intraksi masing masing species
1. Netralisme	0 - 0	Tidak satupun populasi yang tidak terpengaruh oleh yang lain
2. Kompetisi type rintangan langsung	- -	Halangan langsung antara species yang satu dengan yang lain.
3. Kompetisi type penggunaan sumber	- -	Halangan tidak langsung bila sumber dalam keadaan kurang
4. Amensalisme	0 0	Populasi yang satu menghalang populasi yang lain tidak terpengaruh
5. Parasitisme	+ -	Populasi yang satu sebagai parasit (lebih kecil) tetapi populasi yang lain sebagai host (tuan rumah)
6. Predasi	+ -	Populasi yang satu sebagai predator (besar) populasi lain sebagai mangsa.
7. Komensalisme	+ 0	Populasi sebagai komensal mendapat untung sedang host tidak terpengaruh
8. Protokoperasi	+ +	Kedua populasi sama-sama menguntungkan tetapi tidak wajib
9. Mutuallisme	+ +	Kedua populasi sama-sama menguntungkan dan bersifat wajib.

2. Intraksi negatif.

Predasi dan parasitisme merupakan interaksi antara 2 populasi yang mengakibatkan efek negatif pada pertumbuhan. Suatu akibat yang seperti itu bila populasi yang satu menghasilkan suatu zat yang merugikan populasi yang berkompetisi (antibiosis). Tetapi istilah "allelopathy" (merugikan yang lain) hanya dalam hal zat kimia oleh tumbuhan (Mueller tahun 1966).

Intraksi negatif menjadi kurang negatif sehubungan dengan waktu. Jika ekosistem itu cukup stabil dan terbagi menurut ruang untuk membiarkan saling adaptasi. Interaksi negatif sehubungan dengan halangan alelopatik misalnya terdapat pada tanaman semak (salvia dan artemisia) yang menghasilkan terpen volatil yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman herba.

Toxin volatil dihasilkan didaun itu terkumpul di tanah pada musim kering sehingga pada musim hujan toksin itu demikian banyak dan dapat menghambat pertumbuhan kecam- bah tanaman-tanaman herba disekitarnya.

3. Interaksi positif.

Hubungan antara 2 species dalam populasi yang mengakibatkan efek positif terdapat dimana mana yang sangat menentukan terhadap sifat populasi dan komunitas.

Interaksi positif dapat diperhatikan dari urutan perkembangannya yaitu dari:

Komentasisme yaitu satu populasi mendapat keuntungan kemudian Protakoperasi yaitu kedua populasi mendapat keuntungan sedangkan mutualisme kedua populasi beruntung dan keduanya saling tergantung secara keseluruhan.

Siklus mineral (zat) pada produksi makanan dapat ditinggikan oleh simbiosis antara mikroorganisme dengan tanaman. Contoh yang penting adalah mikoriza yaitu suatu bentuk hubungan antara miselia fungi dan akar tanaman yang hidup dalam mutualisme.

Disini fungi dapat berinteraksi dengan jaringan akar untuk membentuk suatu peralatan yang meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap mineral dari tanah dalam tanah. Sebaliknya fungi mendapat jaminan dari hasil fotosintesis oleh tanaman tersebut.

4. Beberapa bentuk mikoriza adalah:

a. Mikoriza endotrof;

Umumnya phycomycetes yang mengadakan penetrasi ke dalam sel-sel akar tanaman tersebut.

b. Mikoriza peritrof. Disini miselia fungi membentuk selubung terhadap akar tanaman dan tidak mengadakan penetrasi ke dalam sel-sel epidermis.

c. Mikoriza ektotrof. Umumnya terdiri dari Basidiomycetes yang menyebabkan terjadinya alat tambahan serupa akar yang tersembul keluar dari korteks akar.

B A B V.

SUKSEKSI DALAM EKOSISTEM

Sebagaimana kita ketahui bahwa komunitas adalah gabungan (jumlah) dari beberapa populasi. Misalnya dapat kita lihat pada sebidang kebun yang sudah dipanen dan tidak ditanami lagi. Di tempat itu akan tumbuh berbagai jenis gulma yang membentuk komunitas. Bila kita amati dari waktu ke waktu akan terlihat bahwa komunitas yang terbentuk pada akhir kurun waktu akan berbeda baik komposisi maupun strukturnya dengan komunitas awal.

Pada masa awal dapat saja tumbuh seperti rumput pahit teki, dan sebagainya. Tetapi beberapa tahun kemudian ditempat itu tumbuh tumbuhan herba atau dapat pula tumbuh alang-alang. Bila tidak terjadi gangguan selama proses tersebut pada kebun itu terlihat perubahan, dan perubahan itu berlangsung kesatu arah.

Proses perubahan dalam komunitas yang berlangsung menuju kesatu arah tertentu secara teratur disebut dengan suksesi. Proses suksesi berakhir dengan sebuah komunitas yang klimaks. Komunitas yang klimaks ini disebut dengan homeostatis.

Bila suatu komunitas telah mencapai klimaks, perubahan yang searah tidak terjadi lagi, meskipun perubahan internal yang diperlukan untuk mempertahankan komunitas berlangsung terus. Konsep yang menyatakan suksesi berlangsung secara teratur, terarah dan dapat diramalkan berakhir dengan komunitas

klimaks merupakan konsep lama yang masih diikuti dan diterima.

Type-type suksesi:

Ada dua type suksesi;

-Suksesi primer, Suksesi primer terjadi bila komunitas asal terganggu. Gangguan ini menyebabkan hilangnya komunitas asal tersebut secara total, sehingga ditempat komunitas tersebut terbentuk habitat baru.

-Suksesi skunder, Suksesi skunder terjadi bila komunitas alami terganggu, baik secara alami maupun buatan dan gangguan tersebut tidak merusak total tempat tumbuh organisme sehingga dalam komunitas tersebut substrat lama masih ada.

Semua komunitas yang terbentuk dan ditempati sampai pada suatu komunitas klimaks disebut sere dan setiap komunitas pada sere merupakan keadaan seral contoh sere primer dapat dimulai dari hembusan angin padang pasir dan berakhir dengan komunitas perairi sebagai suksesi skunder dimulai dengan tempat dimana padang rumput sedang tumbuh dan diakhiri dengan komunitas perairi.

Akhir kedua type tersebut akan terjadi komunitas klimaks, apakah gurun, padang rumput atau hutan balantara. Hanya kedua jenis ini berasal dari suksesi yang berbeda. Disini autotrof yang memegang peranan penting pada suatu suksesi dan keadaan ini disebut suksesi autotrof.

1. Suksesi Primer

suksesi primer berasal pada lingkungan kering dan terjadi pada permukaan batuan kasar, di daerah Barat Amerika (California). Batu-batuan tahan terhadap serangan lichenes (lumut kerak) yang dapat toleransi terhadap tanaman kering. Lichenes tersebut dapat dikatakan sebagai pionir. Pada waktu lain organisme lumut dapat tumbuh, diikuti oleh tanaman herba, kemudian diikuti oleh semak, dan akhirnya oleh pohon-pohonan.

Kadang-kadang pohon-pohonan atau semak dapat menjadi pionir, kadang-kadang bisa ditemukan tumbuhan conifer sebagai pioner sebagai kelanjutan suksesi, species baru muncul dan yang tua mati. Yang berarti bahwa komposisi species dari suatu komunitas pada setiap tempat selalu berubah-ubah. Tidak hanya species tanaman yang berubah dan umumnya species yang ada selalu meningkat sebagai kelanjutan suksesi. Lichenes yang mengandung asam organik merusak batu dan tanaman menangkap partikel tanah yang berterbangan diudara.

Organisme cenderung menjadi lebih besar dan bahan organik tertentu dari suatu ekosistem dapat tertumpuk. Sebagai perkembangan ekosistem rantai makanan akan menjadi lebih kompleks sebagaimana peningkatan species dari tingkat komunitas. Berakhirnya arah suksesi kecepatan penyimpanan dari energi yang sama, sehingga biomassa dengan cepat

akan bertambah.

Kecepatan proses suksesi dipengaruhi oleh beberapa faktor :

- a. Luasnya komunitas asal yang rusak karena gangguan.
- b. Jenis-jenis tumbuhan yang terdapat disekitar komunitas yang terganggu.
- c. Kehadiran pemencar benih.
- d. Iklim terutama angin yang membawa biji, spora serta hujan yang mempengaruhi perkecambahan.
- e. Macam substrat baru yang terbentuk.
- f. Sifat tumbuhan yang ada disekitar tempat terjadinya suksesi.

Contoh yang tepat untuk suksesi primer di pulau Kerakatau setelah gunung itu meletus tahun 1883.

Bagaimana perkembangan suksesi primer pada komunitas disana yang diteliti selama 100 tahun (Soejiran dan kawan-kawan).

2. Suksesi sekunder.

Hampir semua ekosistem termasuk sebagai suksesi sekunder.

Pada beberapa hal suksesi sekunder hampir sama dengan suksesi primer. Perbedaannya terdapat pada bahan organik biji, spora dan akar yang terdapat di tanah yang telah rusak masih dapat tumbuh.

Pada masa perkembangan pertama biasanya lebih cepat tumbuh dari suksesi primer.

Pada awal pertumbuhan suksesi sekunder sangat berbeda dengan suksesi primer pada komunitas yang sama. Komunitas tanah dapat rusak, tetapi tanah tidak mungkin rusak.

Dengan hilangnya komunitas tumbuhan maka tanah menjadi terbuka terhadap sinar matahari dan curah hujan.

Biji-biji jenis pionir yang terdapat dalam tanah akan berkecambah, demikian juga tunggul-tunggul.

Contoh suksesi sekunder banyak kita dapati di Indonesia. seperti tegalan, padang alang-alang belukar bekas ladang dan kebun karet yang sudah ditinggalkan. Komunitas ini masih mengalami perubahan yang menuju kearah komunitas kelimaks. Misalnya contoh suatu suksesi sekunder adalah hutan alam tanah rendah di daerah iklim basah yang telah ditebang habis.

B A B VI

EKOSITEM DARI SEGI FUNGSINYA

Ekosistem dapat diartikan sebagai kesatuan antara organisme dengan lingkungan abiotik yang akan saling mempengaruhi, sehingga menghasilkan suatu sistem yang stabil dimana terjadi pertukaran materi dengan lingkungannya. Menurut S.Ryadi ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan lingkungannya secara alamiah melalui suatu tatanan.

Studi tentang habitat, daya dukung lingkungan, faktor-faktor pembatas akan membantu kita untuk dapat mengerti rumitnya proses untuk mencapai suatu ekosistem itu.

Ekosistem dan organisme adalah hasil yang terbentuk dari struktur biotik karena adanya aliran energi dari suatu interaksi organisme dengan lingkungan fisiknya dan juga adanya daur materi antara biotik dengan abiotiknya.

Mempelajari ekosistem berarti mengevaluasi keberadaan komponen biotik abiotik itu seperti panas, cahaya, udara, tanah dan air. Semua faktor ini penting dalam ekosistem untuk menjaga aliran energi dan daur materi.

1. Energi dalam ekosistem.

Semua organisme pada permukaan bumi terus menerus menerima sinar matahari yang berupa radiasi yang bergelombang panjang.

Cahaya matahari dari angkasa yang mencapai biosfir dengan laju $2 \text{ gcal/cm}^2/\text{detik}$ tetapi berkurang saat melewati atmosfer 67% ($1,34 \text{ gcal/cm}^2/\text{detik}$).

Radiasi ini semakin berkurang dan mengalami perubahan bila melewati awan air, dan vegetasi. Dalam sehari sinar matahari masuk lapisan autotrofik suatu ekosistem antara 100 - 800 gcal/cm²/hari. Radiasi sebanyak itu mungkin diterima disemua tempat. Jadi untuk sebagian besar biosfir kemasukan energi 3000 - 4000 kcal/m²/hari atau 1,1 - 1,5 juta kcal/m²/tahun.

Penggunaan energi radiasi matahari
kedalam Biosfir (Hubert 1971)

Penggunaan	Dalam persentase
1. Dipantulkan	30 %
2. Konversi langsung menjadi panas	46 %
3. Evaporasi, presipitasi	23 %
4. Angin, gelombang, arus	0,2 %
5. Fotosintesis	0,8 %
6. Energi pasang surut lebih kurang dari sinar matahari	0,0017 %
7. Panas trestris	0,5 %

Keanekaragaman dalam kehidupan pada ekosistem tergantung pada aliran energi dari makhluk hidup yang satu kepada makhluk lainnya. Energi dari sinar matahari yang tersimpan dalam jaringan tumbuhan digunakan sebagai tenaga bagi kehidupan tumbuh-tumbuhan itu.

Sirkulasi dan aliran energi materi ini merupakan 2 azas penting dalam ekologi dan digunakan secara seimbang pada seluruh lingkungan dari organisme.

Waktu hewan herbivora memakan rumput banyak dari makanan (energi) digunakan untuk bergerak, hanya sebagian kecil tumbuh menjadi bahagian dari organ.

Pada saat carnivora memakan herbivora kebanyakan dari energi yang tersedia itu dipakai kembali dan sebagian kecil untuk pertumbuhan. Akhirnya dekomposer akan memakan energi yang tersimpan pada tumbuhan dan hewan yang sudah mati. Dalam pemakaian energi tadi sekali gus dirubah menjadi panas yang dilepaskan ke alam.

Proses penting dalam aliran energi adalah fotosintesis dan respirasi. Dalam fotosintesis, sinar matahari dirubah menjadi energi kimia dari karbohidrat (gula) yang terbentuk dari air dan karbondioksida.

Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



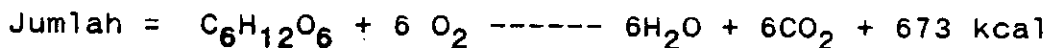
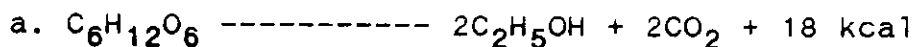
Persenyawaan organik lainnya selain dari glukosa yaitu lipid dan protein dapat menghasilkan energi kimia yang tersimpan. Energi ini yang kan dirombak kembali dalam proses respirasi makhluk hidup. Hidrogen yang diambil dari molekul gula yang dipecah bergabung dengan oksigen membentuk senyawa air dan melaepaskan karbon dioksida.

Persamaan reaksi respirasi adalah sebagai berikut :

Pembakaran :



Dapat juga berlangsung 2 tahap (fermentasi).



2. Struktur tropik dan piramida.

Ukuran individu menentukan besarnya metabolisme.

Semakin kecil ukuran suatu organisme, semakin besar metabolismenya pergram biomassa. Semakin kecil organisme kecil pula biomassanya, dan semakin besar organismenya besar pula biomassanya.

Hubungan antara komponen pada rantai makanan dan hubungan metabolisme dengan ukuran organisme menimbulkan struktur trofik pada berbagai ekosistem.

Jadi suatu ekosistem tertentu seperti danau, kolam, padang rumput memiliki struktur trofik yang tertentu pula struktur trofik dapat diukur dan dibandingkan dengan biomassa persatuan luas persatuan waktu pada tingkat trofik yang berurutan.

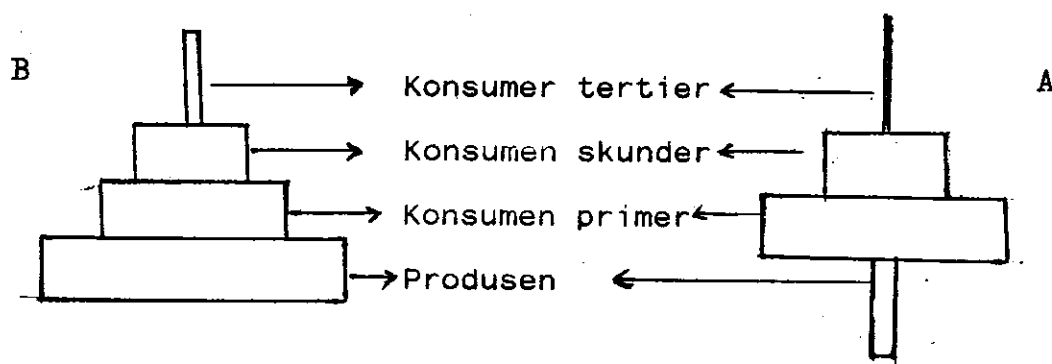
Ada 3 piramida ekologi dalam ekosistem;

- a. Piramida jumlah dilukiskan dalam jumlah individu.
- b. Piramida biomassa didasarkan atas berat kering total, nilai kalori atau ukuran lain dari jumlah total organisme hidup.
- c. Piramida energi ditunjukkan dengan kecepatan aliran energi atau produktivitas pada pada tingkat trofik.

Piramida jumlah (Elton 1927) yaitu menggambarkan hubungan kepadatan populasi diantara tingkat trofik.

Prosedur umum untuk menyusun piramida jumlah yaitu menghitung jumlah produsen, kemudian konsumen yaitu herbivora, carnivora dan sampai carnivora puncak.

Contoh piramida jumlah :



Gambar

Piramida jumlah

A = jika produsen sedikit B = jika produsen banyak.
(Soendjojo, 1985, hal. 93)

Piramida biomassa.

Penggunaan piramida ini sering menemui kesulitan, bila kita membandingkan 2 ekosistem yang berbeda dengan menghitung jumlah hutan dan tumbuhan yang menyokong ekosistem itu, untuk itu sering digunakan berat kering organisma yang disebut piramida dan biomassa.

Piramida biomassa urutannya sama dengan piramida jumlah

hanya dalam piramida biomassa ditulis dalam berat kering persatuan luas (gr/m^2).

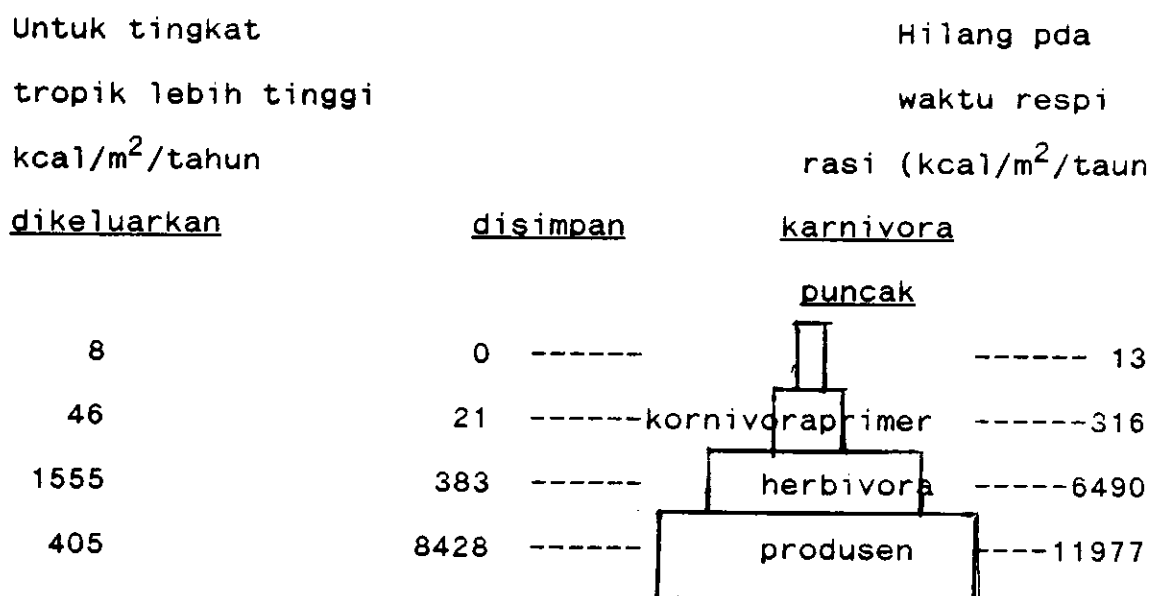
Piramida energi.

Cadangan energi terbesar terdapat pada produsen, sedangkan pada konsumen energi itu menurun.

Pada piramida energi bukan hanya jumlah energi yang digunakan tetapi yang penting adalah fungsi organisme dalam transfer energi itu. Piramida energi biasa dinyatakan kalori atau kilokalori persatuan luas pertahun.

Contoh piramida energi di danau

Silver Springs (Soendjaja 1985 halaman 93)



3. Produktivitas.

Setiap ekosistem mempunyai produktivitas atau disebut produktivitas primer. Produktivitas primer adalah kecepatan penyimpanan energi potensial oleh produsen, melalui proses fotosintesis dan kemosintesis, dalam bentuk bahan organik

yang dapat digunakan sebagai bahan pangan.

Ada 2 macam produktivitas.

a. Produktivitas kotor.

Yaitu kecepatan total fotosintesis, mencakup bahan organik yang dipakai untuk respirasi selama pengukuran. Istilah lain untuk produktivitas primer kotor adalah fotosintesis total atau asimilasi total.

b. Produktivitas primer netto.

Yaitu kecepatan penyimpanan bahan organik dalam jaringan tumbuhan, setelah dikurangi dengan respirasi yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan itu selama pengukuran. Istilah lain adalah fotosintesis nyata atau asimilasi bersih. Sedangkan produktivitas sekunder adalah kecepatan penyimpanan energi pada tingkat trofik konsumen dan pengurai.

Ada 3 konsep produktivitas.

1. Hasil bawaan = jumlah organisme yang ada persatuan luas pada waktu tertentu. Pengukuran hasil bawaan menyatakan banyaknya individu pada berbagai populasi dari ekosistem Suatu populasi dengan hasil bawaan yang besar menunjukkan hasil natalitas dengan mortalitas yang rendah. Hasil bawaan maksimum yang dapat memelihara kehidupannya sendiri pada hal itu untuk waktu yang tidak terbatas disebut kapasitas bawa.

2. Perpindahan materi.

Perpindahan materi dari suatu daerah dengan cara emigrasi aktif atau pasif atau dengan cara pengambilan bahan organik dari predarannya melalui pembentukan deposit. Konsep produktivitas meliputi perpindahan materi dari satu daerah persatuan waktu termasuk yang dihasilkan untuk manusia.

Hasil untuk manusia dapat ditingkatkan secara maksimum dengan hasil panen yang terbesar dari kondisi lingkungan yang menguntungkan.

3. Kecepatan produksi.

Kecepatan produksi yang dibentuk oleh setiap tingkat pada rantai makanan persatuan waktu persatuan luas. Kecepatan produksi yaitu kecepatan proses pertumbuhan disuatu daerah. Pertumbuhan ini meliputi proses destruktif dan konstruktif didalam ekosistem oleh produsen, konsumen (herbiovora, carnivora) dan sebagainya.

4. Siklus biogeokimia dalam ekosistem.

Penggerak dari sistem kehidupan untuk semua makhluk makhluk berasal dari energi matahari, sedangkan materi penyusun makhluk hidup berasal dari bumi. Dalam alam terdapat kira-kira 100 unsur kimia tetapi 30 - 40 unsur saja yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup.

Diantara unsur yang terpenting adalah.

C, H, O, N, S, P, K, Ca, Fe, Mg, B, Zn, Cl, Mo, Co, I dan F. Unsur ini mengalir dari komponen abiotik ke

biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik. Proses ini dikenal dengan proses biogeokimia. Siklus ini tidak hanya melalui organisme tetapi juga diikuti oleh reaksi-reaksi kimia dalam lingkungan abiotik.

Siklus biogeokimia ada 3 macam.

- a. Siklus hidrologi
- b. Siklus udara
- c. Siklus sedimen

a. Siklus hidrologi.

Sudah kita ketahui bahwa siklus hidrologi terdiri dari siklus hidrologi kecil, sedang dan besar. Semua siklus itu melibatkan proses evaporasi, transpirasi, pembentukan awan, presipitasi, dan kondensasi.

Air yang sampai dipermukaan bumi dari atmosfer melalui proses presipitasi dan kondensasi berupa hujan atau salju. Air dari permukaan bumi mencapai atmosfer melalui proses evaporasi dan transpirasi.

b. Siklus Udara.

1. Siklus Oksigen;

Oksigen (O_2) dijumpai dalam keadaan bebas di udara dan dalam air. Oksigen didapat dari hasil sampingan dari fotosintesis dan digunakan oleh makhluk hidup untuk respirasi.

Karbon dioksida yang dilepaskan waktu makhluk hidup bernafas digunakan oleh tumbuhan hijau, untuk

ssintesa karbohidrat pada proses fotosistesis.

2. Siklus Karbon.

Karbon unsur yang menyusun semua senyawa organik. Sumber karbon untuk organisme hidup ialah CO_2 yang di ketemukan di udara, di air secara bebas dan dilapisan bumi. CO_2 digunakan oleh tumbuhan hijau untuk fotosintesis. Demikian juga lipid dan polisacharida dibentuk oleh tumbuhan yang akan digunakan oleh herbivora.

Karbon dilepaskan ke atmosfer berupa CO_2 sebagai hasil respirasi oleh tumbuhan dan hewan.

Bakteri dan fungi memecah senyawa organik kompleks dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang sudah mati menjadi senyawa sederhana.

Karbon organik yang terdapat pada kerak bumi berupa batu bara, gas alam, minyak batu kapur dan karang. Karbon deposit ini akan dibedakan setelah dibentuk dalam waktu yang lama.

3. Siklus nitrogen.

Atmosfir merupakan gudang nitrogen, karena udara $\pm 80\%$ terdiri dari gas nitrogen sebagai N_2 bebas. N_2 bebas ini dapat diikat (difiksasi) oleh tumbuhan yang berbintil akar (jenis polongan) dan jenis ganggang.

Nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hidrogen atau oksigen dengan bantuan kilat atau petir.

Dalam bintil akar jenis polongan terdapat bakteri

yang hidup bersimbiosa dengan tumbuhan inangnya.

Bakteri itu mampu mengikat nitrogen bebas dari udara menjadi nitrat, melalui tahap pembentukan omonium dan nitrit. Proses yang sama terjadi juga pada pengikatan nitrogen oleh ganggang biru hijau yang banyak terdapat di sawah. Ganggang ini hidup bersama paku air (kiambang = Azollapinnata). Peroses pengikat ini disebut fiksasi biologi.

Kilat yang berupa energi mensenyawakan molekul nitrogen dengan oksigen membentuk asam nitrit dan asam nitrat. Kemudian asam-asam ini dibawa hujan dan diubah menjadi ion nitrit dan nitrat.

Daur nitrogen diatmosfir akan dilengkapi bila bakteri denitrifikasi ion nitrat ke nitrogen bebas di atmosfir. Proses dalam industri berjalan dalam menggunakan persenyawaan nitrogen atmosfir dengan air untuk membantu amonia yang dapat dirubah menjadi nitrat untuk pupuk.

Pupuk ini meningkatkan persediaan nitrogen tanah pada ekosistem pertanian. Pada daur nitrogen penghancuran rumput menyerap ion-ion nitrat dari tanah membangun asam amino dari protein rumput.

Bila rumput dimakan kelinci protein dicerna menjadi asam amino dan dibentuk menjadi protein kembali dan diserap oleh kelinci. Proses ini akan berulang pada elang waktu memakan kelinci.

Nitrogen ini akan kembali kedalam tanah dengan bantuan bakteri dan jamur yang dapat merubahnya menjadi gas amonia (NH_3) dan dengan air menghasilkan ion positif dari amonium (NH_4^+). Bakteri nitrit mengubah ion amonium menjadi ion-ion nitrit dan dirubah oleh bakteri nitrat menjadi ion nitrat. Nitrogen sangat penting untuk pertumbuhan organisme. Tumbuhan memperoleh Nitrogen dari dalam tanah berupa amonium (NH_4) dan ion nitrit (NO_2) dan ion nitrat (NO_3). Sumber nitrogen paling penting bagi tumbuhan berkeleorofil adalah nitrogen yang difiksasi oleh bakteri bintil akar jenis Leguminosa. Nitrogen diambil dari udara secara langsung oleh bakteri nitrogen pada bintil akar (bakteri *Rhizobium*), yang hidup bebas seperti Azoto bakhter atau bakteri yang anoerab seperti *Clostridium*. Bakteri-bakteri ini menyediakan nitrogen yang berguna untuk pertumbuhan.

Beberapa algae biru seperti *Nostoc* dan *Anabaena* juga mampu untuk memfiksasi nitrogen. Jika nitrogen yang diserap sebagai nitrat akan direduksi menjadi amonia sebelum digunakan untuk sintesa asam animo dan protein. Nitrogen dialam didapat dalam udara bebas berupa N_2 , dimana dalam udara bebas terdapat 78,5% volume nitrogen.

Hewan dan tumbuhan membutuhkan nitrogen berupa protein. Adanya senyawa-senyawa nitrogen didalam tanah disebabkan olehbeberapa faktor misalnya bakteri-bakteri yang dapat

mengubah unsur-unsur dari udara menjadi senyawa yang larut dalam air. Senyawa-senyawa nitrogen hasil dari fiksasi lebih banyak dari pada yang dibutuhkan inang bakteri jenis leguminosa.

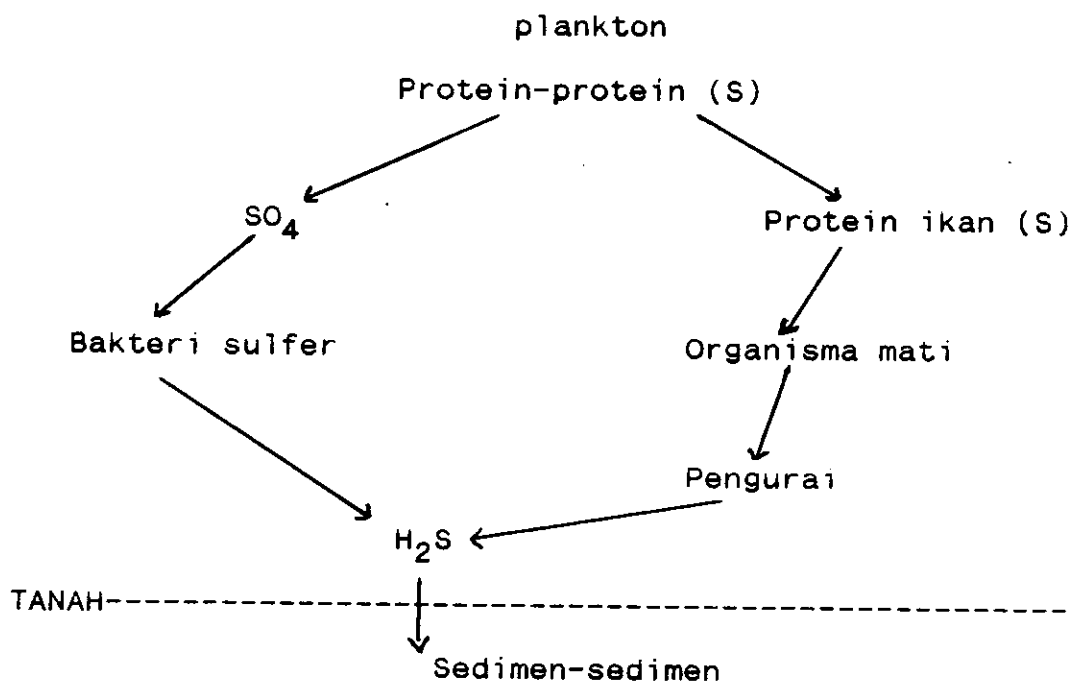
Pada waktu hujan dan bila ada guntur dan terdapatnya unsur nitrogen di udara akan dapat dirubah menjadi NO. yang kemudian dengan oksigen menjadi senyawa NO₂ dan selanjutnya dengan air hujan menjadi HNO₃ dan HNO₂. Melalui hujan asam nitrit ini masuk kedalam tanah, bereaksi dengan oksida dan karbonat-karbonat logam menjadi garam-garam nitrat dan garam nitrit. Ada pula bakteri-bakteri yang mengubah nitrat dan senyawa nitrogen lainnya menjadi unsur-unsur nitrogen yang menguap ke udara atau dengan bantuan denitrifikasi. Hewan-hewan mendapatkan senyawa-senyawa nitrogen dari makanannya, kemudian yang mengandung NO₃, amoniak atau berupa unsur lain dikembalikan ke tanah dan ke udara. Dengan demikian nitrogen di alam terus mengalir dari udara ke tanah ke hewan kemudian ke tanah lagi ke udara dan seterusnya.

4. Daur Sulfur.

Sulfur atau belerang, unsur kelima dari unsur makro, merupakan bagian yang esensial dari beberapa asam amino dan terdapat bersama-sama dalam senyawa protein pada proses sintesis protein. Sebagaimana nitrogen, sulfur diabsorpsi sebagai ionnegatif, ion sulfat (SO₄).

Daur sulfur tidak seluruhnya terjadi di atmosfera tetapi juga tergantung pada aktifitas mikroorganisme, misalnya ekosistem akuatik.

Daur Sulfur (Azaki Ramli 1989, hal.72)



Ion-ion sulfat diabsorpsi oleh fitoplankton dan diserap untuk terikat pada proteinnya.

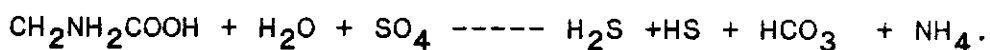
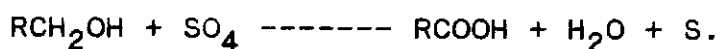
Bila kita kembali pada rantai makanan, sulfur disini merupakan bagian dari protein-protein ikan. Bila organisme akuatik ini mati, pengurai-pengurai menghancurkan persenyawaan organik sulfur menjadi hidrogen sulfida (H₂S) pada sedimen-sedimen dasar perairan.

Macam-macam dari bakteri sulfur kemudian mengoksidasi hidrogen sulfida kembali menjadi ion-ion sulfat dan daur ini

kembali seperti semula.

Daur sulfur banyak persamaannya dengan daur nitrogen yaitu dapat berbentuk sebagai oksida (SO_2), dan sebagai asam sulfit. Sulfur terdapat dalam jumlah yang kecil di atmosfer dan penyediaan unsur ini terdapat di dalam tanah.

Secara perlahan sulfur digunakan oleh tumbuh-tumbuhan didalam tanah dalam bantuan bakteri sulfur. Biasanya kegiatan terjadi dalam keadaan anaerobik pada tanah yang berlumpur dalam bentuk sulfida seperti H_2S , yang disukai oleh bakteri *Vibriodesulfurican* dan *Aerobacer*. Persamaan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut:



Pengubahan unsur sulfur dan sulfida menjadi sulfat dapat dilakukan bakteri belerang lainnya seperti *Beggiatoa* dan *Thiobacillus* dengan keasaman yang tinggi (pH6) dapat mengubah belerang menjadi asam sulfat pada konsentasi 10 %.

C. Siklus sedimen.

Unsur mineral yang diperlukan oleh organisme diperoleh dari sumber anorganik yang terlarut dalam air mineral.

Garam mineral berasal dari kerak bumi. Garam-garam yang larut bersama siklus air menuju sungai, danau dan berakhir sampai di laut dan menetap disana secara tetap. Garam mineral lain dari binatang-binatang mati kembali menjadi kerak bumi melalui proses sedimentasi.

Tumbuhan dan hewan mengambil mineral dalam bentuk mineral terlarut dari habitatnya. Bila organisme itu mati maka mineralnya akan kembali ke tanah akibat kerja dari pengurai (jamur dan bakteri). Tumbuhan hijau dan pengurai memegang peranan penting dalam sirkulasi nutrisi. Mineral fosfor, kalsium berada di laut, dalam keadaan terlarut, kemudian terjadi proses sedimentasi. Deposit semacam ini nutrisi akan tersimpan untuk waktu yang tidak terbatas, mineral ini terputus dari siklus. Bila sedimen itu nancur karena pengaruh iklim, maka mineral itu bebas kembali dan menuju siklus lagi. Nutrisi secara terus menerus keluar masuk ekosistem. Nutrisi pada ekosistem berasal dari proses presipitasi. Pengendapan materi dari luar itu akan terlepas karena proses pemecahan akibat pengaruh cuaca.

Nutrisi di hutan terdapat pada lapisan humus bila tumbuhan dipindahkan humus (nutrisi) ikut terbawa dan dapat menimbulkan ketidakseimbangan dalam ekosistem.

B A B VII.

SUMBER DAYA ALAM KONVENSIONIL

Sumber daya alam konvensional terdiri dari :

1. Sumber daya alam biotik.
2. Sumber daya alam abiotik.

1. Sumber daya alam biotik adalah sumber daya alam yang terdiri dari makhluk hidup.

Sumber daya alam biotik ini dapat digolongkan :

a. Sumber daya alam nabati dan hewani.

Manusia sangat bergantung pada tumbuh-tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya, untuk mempertahankan jenisnya. Makanan manusia terdiri dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Telur, daging, ikan dan susu menjadi makanan manusia, disediakan oleh hewan pemakan tumbuh-tumbuhan.

Diseluruh dunia produksi sereal (beras, gandum, jagung dan sebagainya). sekitar seribu juta ton, daging sekitar 70 juta ton, dan ikan sekitar 60 juta ton. Sereal terutama mengandung karbohidrat, sedangkan daging dan ikan mengandung banyak protein.

Produksi ikan di laut tidak bertambah, bahkan ada kecenderungan menurun. Sampai kini, selain ikan, lautan mengandung plankton. Tetapi kalau plankton lautan habis kita makan, maka fotosintesis akan terhambat, hingga ikan pemakan plankton akan lenyap.

Bagaimana pertanian didarat menanggung kehidupan manusia?

Untuk itu perlu dihitung populasi manusia atau N , perkembangan populasi (X) yang masih mungkin disokong bahan makanan pertanian, luas tanah daratan yang cocok untuk pertanian (L), dan luas tanah yang diperlukan untuk setiap orang (I).

Menurut berbagai sumber penelitian seperti FAO, PBB, dan lain-lain.:

N sekitar 3,6 bilium ; L sekitar $2,29 \times 10^9$ hektar; I sekitar 0,11 hektar.

Luas tanah yang diperlukan untuk setiap orang ialah :

Energi yang diperlukan untuk seorang
Energi yang dihasilkan tiap hektar.

untuk tempat tinggal, rekreasi, jalan, taman lapangan, sekolah dan sebagainya, misalkan A hektar.

Untuk setiap orang ternyata diperlukan sekitar 0,075 hektar, sehingga perkembangan populasi yang masih dapat didukung oleh makanan hasil daratan ialah :

$$x = \frac{L - NI}{A + 1}$$

Bila angka-angka diatas kita isikan, maka kemungkinan pertambahan penduduk dunia melampaui 3,6 billiun didunia ini sebesar:

$$= \frac{2,29 \times 10^9 \text{ hektar} - 3,6 \times 0,11 \times 10^9 \text{ hektar}}{0,075 \text{ hektar} + 0,11 \text{ hektar}}$$

$$4,8 \times 10^9.$$

Kemampuan menampung bumi kita bergantung pada masukan dalam ekosistem pertanian seperti rabuk, peralatan, teknologi, dan pestisida; jadi bergantung pada pengadaan energi. Lebih penting lagi kepada kualitas hidup yang dianut, apakah perlu taman, tempat hiburan, dan sebagainya.

Tumbuh-tumbuhan berguna bagi manusia untuk keperluan lain, misalnya untuk bahan pakaian, bahan bakar, obat-obatan, bahan bangunan, dan sebagainya. Sejak dahulu kala hutan menjadi gudang makanan dan keperluan lain bagi manusia. Pohon sagu sampai sekarang masih merupakan tanaman hutan yang dijadikan makanan pokok di beberapa daerah. Dari tumbuhan hutan manusia memperoleh bibit untuk dijadikan tanaman peliharaan.

Antara tanaman hutan dengan tanaman sejenis yang dijinakan manusia menjadi tanaman pertanian terdapat persamaan dan perbedaan. Tebu yang telah dijinakkan mempunyai kadar gula yang tinggi, batang dan daun yang lebih besar, kulit lebih tipis. Pisang liar berbiji keras dan banyak, daging yang kesat; pisang pertanian tidak berbiji, dagingnya manis dan kadar tepungnya banyak.

Tuhan telah menyediakan tanaman peliharaan untuk manusia. Candolle, Darwin, dan Mendel telah menyusun teori-teori untuk menjawab berbagai masalah yang menyangkut tanaman. Selama penjinakan tanaman terjadi perubahan-perubahan

sifat yang akan menguntungkan manusia, karena seleksi hibridisasi. Varietas tanaman yang dapat menyesuaikan diri dengan daerah lingkungan akan tumbuh terus. Manusia memilih yang paling cocok dan menanamnya dilahan pertanian. Sejak 6.000 tahun sebelum Masehi manusia telah mengadakan seleksi. Mula-mula manusia melakukan seleksi tanpa sadar, memilih tanaman yang yang memenuhi seleranya. Seleksi seperti ini kemudian berubah menjadi seleksi yang bertujuan memperbaiki mutu tanaman atau pemuliaan tanaman.

Pemuliaan tanaman secara sistematis dan erat hubungannya dengan kemajuan ilmu keturunan baru dimulai pada abad ke 18. Hibridisasi juga makin diperhatikan orang. Bukan hanya bakal buah yang menentukan sifat keturunan, tetapi juga tepung sari.

Pemuliaan tanaman berasaskan genetika ini berhasil menciptakan varietas baru. Manusia berusaha mencari tanaman yang tahan bibit penyakit, yang baik kualitasnya, dan yang banyak produksinya. Demikianlah kita peroleh tebu yang tinggi kadar gulanya, padi yang tahan penyakit wereng, dan jagung yang mempunyai kualitas unggul.

Usaha pemuliaan tanaman menggunakan tanaman varietas yang sudah dipelihara dan liar, yang akan merupakan sumber gene baru untuk peningkatan kualitas dan peningkatan daya tahan terhadap penyakit dan kondisi lingkungan yang kurang baik. Pemuliaan tanaman membantu menanggulangi peningkatan

dan penyusutan luas hutan karena penebangan.

Penyusutan luas hutan mengakibatkan banyak tanaman menjadi langka. Penebangan hutan dapat menghilangkan tanaman tertentu dan serangga tertentu yang seharusnya membantu pembuahan tanaman. Peristiwa ini termasuk erosi material genetik tumbuh-tumbuhan liar. Penyelamatan perlu segera mungkin berupa penyelamatan varietas tertentu, sifat-sifat genetik tertentu, konservasi tanaman liar, dan sebagainya.

Lembaga Biologi Nasional di Bogor telah melakukan penelitian mengenai genetika tanaman telah diadakan eksplorasi, koleksi, seleksi, dan pencadangan tumbuh-tumbuhan liar yang akan membantu menyelamatkan kekayaan negara kita. Material genetik yang hampir punah karena penebangan hutan dan perluasan daerah perumahan perlu diselamatkan. Sifat-sifat yang dapat digunakan untuk pemuliaan tanaman dapat diinventarisasi, sumber-sumber gene baru perlu diketahui.

Hal-hal diatas penting sekali karena menyangkut sumber makanan (protein) bagi umat manusia. Untuk pemuliaan tanaman perlu diselamatkan jenis-jenis padi tertentu, kacang liar tertentu. Tanaman liar tersebut merupakan sumber gene tertentu. Jika tanaman itu punah, maka gene yang akan kita perlukan akan hilang untuk selama-lamanya.

Bila telah memungkinkan kita perlu juga meneliti genetika molekuler, biosistematis hormon, taksonomi numerik, dan sebagainya. Hal ini memerlukan banyak biaya

dan peralatan.

b. Sumber daya alam biomas dan biogas

Beberapa negara pada penggunaan energi matahari yang berasal dari biomass. Negara yang mempunyai lahan dan sinar matahari yang cukup dapat menanam tanaman ubi-ubian dan menghasilkan gula sebagai bahan pembuatan alkohol. Alkohol ini dapat dijadikan sebagai bahan bakar untuk menjalankan mesin-mesin dan alat-alat otomotif lainnya.

Sumber daya energi lain yang memperoleh perhatian

c. Sumber daya alam fotosintesa.

Dialam terjadi pemanfaatan energi matahari yang diubah menjadi energi kimia. Ini terjadi pada tumbuh-tumbuhan serta beberapa bakteri tertentu berwarna hijau dan purple. Proses ini dinamakan photosintesis. Sinar matahari dalam proses ini diperlukan untuk mensintesa senyawa organik.

Dalam proses tersebut, karbondioksida (CO_2) dari udara yang merupakan sumber karbon dan air (H_2O) yang merupakan sumber hidrogen yang dibutuhkan untuk mentransformasikan carbon dioksida kedalam carbohidrat, yang merupakan hasil utama dari photosintesis pada tanaman. Produksi samping yang terpenting dari potosintesis pada tanaman adalah oksigen. Oksigen dihasilkan dari air yang

atom hydrogennya bergabung kedalam molekul karbohidrat.

Photosintesis merupakan proses penyerapan energi matahari langsung diubah menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk persenyawaan carbohidrat dan beberapa persenyawaan organik yang lain. Selanjutnya, tanaman mengubah carbohidrat menjadi protein, lemak, vitamin dan berbagai persenyawaan organik yang lain. Peresenyawaan tersebut merupakan bahan makanan yang dapat menjadi sumber energi bagi kehidupan berbagai organisme lain termasuk manusia, untuk pembentukan/per-tumbuhan sel, metabolisme, peningkatan dan produksi.

Dari uraian ini dapat disimpulkan bahwa photosintesis merupakan jembatan bagi pengubahan energi matahari menjadi energi yang dibutuhkan oleh berbagai kehidupan di bumi.

Manusia bergantung kepada photosintesis tidak hanya karena makanan tetapi juga hasil tanaman yang tidak dapat dimakan seperti kayu untuk bangunan.

2. Sumber daya alam abiotik.

Sumber daya alam abiotik adalah sumber daya alam yang tidak dapat berkembang biak dan tidak dapat memperbaharui diri.

a. Sumber daya alam mineral.

Mungkin hanya sedikit diantara kita yang menyadari ketergantungan kita kepada bahan-bahan mineral, sejak prasejarah manusia menggunakan mineral dan logam.

Kita kenal abad perunggu dan abad besi. Manusia selalu mengadakan pertukaran barang-barang dengan emas, perak, tembaga, atau besi dan batu bara pernah menjadi dasar pengembangan perindustrian. Pernah ada suatu zaman dimana manusia bergantung pada batubara. Mesin-mesin yang mempermudah hidup kita bergantung pada batubara. Demikian pula pembuat mesin-mesin lainnya.

Lebih umum kita bergantung pada mineral. Istilah mineral mencakup setiap zat yang diperoleh dari tanah dengan menambang, atau setiap zat yang tidak hidup yang ada dalam tanah atau dapat disarikan dari tanah. Kedalam mineral termasuk bahan bakar seperti batu bara, minyak bumi, gas alam dan uranium.

Hasrat untuk memperoleh sumber mineral sering menyebabkan peperangan antar bangsa. Politik internasional sering memusatkan perhatian pada daerah yang kaya akan mineral. Cadangan minyak di Timur Tengah merupakan faktor penting dalam pertikaian Arab dengan Israel.

Pearanan mineral dalam kehidupan manusia dapat digambarkan sebagai berikut :

$$T = B \times E \times K$$

T adalah tingkat hidup rata-rata masyarakat yang dapat diukur dari penggunaan barang dan jasa. Tingkat hidup ini merupakan fungsi baerbagai bahan mentah, B

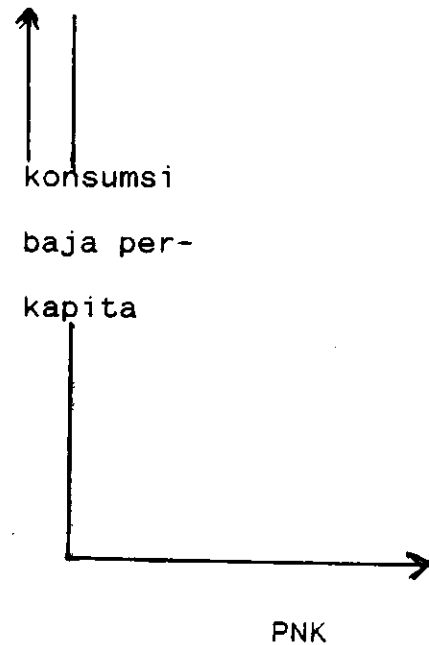
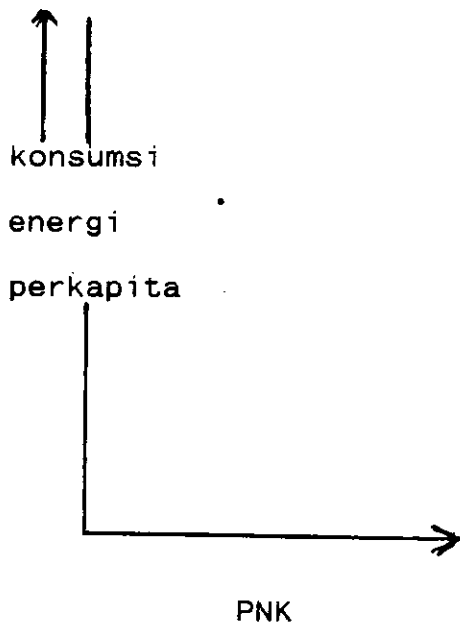
seperti air, mineral tumbuhan, hewan, logam dan sebagainya, dan fungsi dari pemanfaatan berbagai bentuk energi. Juga merupakan fungsi pemanfaatan kecerdikan akal, teknologi K, baik sosio ekonomis, maupun politis. Tingkat hidup rata-rata masyarakat ialah hasil bagi $B \times E \times K$ dengan jumlah rakyat R:

$$T = \frac{B \times E \times K}{R}$$

Rumus ini hanyalah berperanan konseptual. Adalah sulit untuk memberi angka pada setiap komponen diatas. Perlu ada pembobotan untuk setiap komponen (B, E, dan K). Mungkin kecerdikan K perlu mendapat pembobotan yang besar. Komponen-komponenn itu juga saling berhubungan dan saling bergantung.

Pengembangan dan pemanfaatan kecerdikan K memungkinkan konsumsi mineral dan bahan-bahan tinggi. Jadi tahap kehidupan bergantung kepada penggunaan sumber daya alam secara cerdik dan cermat.

Penghasilan Nasional Kotor, PNK (Gross National Product), GNP kadang-kadang dijadikan ukuran kemajuan suatu negara. Setiap orang mengharapkan dapat hidup layak. Ada hubungan antara PNK dengan konsumsi bahan baja, atau dengan konsumsi lainnya.



Gambar konsumsi energi perkapita dengan PNK

Gambar konsumsi baja perkapita dengan PNK

per kapita.(Dep.P dan K. Akta.V.,1983, hal.24)

Cadangan mineral dibedakan dari sumber mineral. Banyak sumber mineral yang belum diketahui secara pasti dan belum tentu ekonomis bila ditambang. Cadangan mineral umumnya dimaksud kepada persediaan bahan yang telah diidentifikasi dan belum dapat diolah,sekarang. Derajat kepastian adanya bahan mineral dibedakan dengan istilah-istilah "terbukti", dan "mungkin", dan "barangkali", ("proved", "probable", dan "possible") atau "terukur" "petunjuk", "diduga" ("measured", "Indicated" , "Inferred").

Derajat kepastian dapat pula ditunjukkan dengan gambaran klasifikasi sebagai berikut :

	Telah diidentifikasi		Belum ditemukan
derajat menguntungkan	terbukti	mungkin	barangkali
	CADANGAN		
kepastian pengolahan tipis		SUMBER	
	ekonomis merugikan		

————— derajat ketidak pastian —————>

Klasifikasi cadangan dan sumber mineral
(Dep. P dan K Akta V. 1983, hal.24)

Dari 2.000 mineral yang dikenal hanya sekitar 100 yang merupakan bahan ekonomi penting. Mineral digolongkan dalam tiga kelompok, yakni logam, bukan logam dan bahan bakar.

Logam yang sangat penting untuk kehidupan manusia :

Ag - perak	Me - melibden
Al - aluminium	Ni - nikel
Au - emas	Pb - timbal
Co - kobal	Pt - platina
Cr - krom	Sn - timah
Fe - besi	W - wolfraom
Hg - air raksa	Zn - seng
Mn - mangan	

Logam-logam terbagi dalam besi, bukan besi, logam ringan, dan logam mulia. Kedalam besi termasuk logam campur besi dengan mangan, krom, molibden, nikel, atau kobal. Logam bukan besi mencakup tembaga, timbal, seng, dan timah. Logam ringan ialah aluminium, magnesium, dan intan. Logam mulia mencakup emas, perak dan platina. Logam-logam jarang jumlahnya sangat sedikit, contohnya ialah serium, hafnium, dan sebagainya. Kelompok bukan logam disebut "Mineral industri". Kelompok mineral ini sangat banyak digunakan dalam perindustrian, bahan bangunan, dan sebagainya. Kedalam kelompok ini termasuk pasir, batu, batudapur, gips, lempung, senyawa kalium, senyawa posfat, garam dapur, dan intan.

Dalam waktu kurang dari 1.000 tahun sebagian cadangan

logam akan habis. Mungkin masih tersedia aluminium, kobal, kron, mangan, besi, dan nekel.

Mungkin saja akan terjadi penemuan baru, sintesis, barang baru, perbaikan teknologi dan sebagainya. Hal itu semua dapat memberi jalan keluar, setidaknya-tidaknya untuk semetara waktu.

Bahan bakar fosil memberi kita energi yang amat diperlukan, misalnya batu bara dan minyak bumi. Peranan minyak di Indonesia terus meningkat. Apabila kecendrungan ini terus, maka akhir abad ini kita tidak akan dapat lagi memenuhi keperluan sendiri. Pada saat ini produksi minyak bumi antara 1,5 dan 2,0 juta barel sehari.

Batubara masih ada cadangan sekitar 100 milyar ton di Sumatera, Kalimantan, dan pulau-pulau lainnya. Bahan bakar fosil diperlukan juga untuk pembuatan zat-zat lain, misalnya pupuk buatan, plastik, pestisida dan lain lain.

Peranan batubara mengalami pasang surut karena peningkatan minyak bumi yang relatif lebih murah pada waktu itu. Bila cadangan minyak bumi menurun sedangkan harganya naik, maka peranan batubara akan berkembang lagi. Pemerintah menetapkan pengembangan batubara bagi kebutuhan dalam negeri.

Investasi batubara dan minyak bumi lebih murah dibanding pengembangan sumber energi lain seperti tenaga

air, panas bumi, dan uranium yang memerlukan teknologi tinggi. Peranan batubara diperoyeksikan akan penting karena pertumbuhan berbagai sektor industri. Sekitar tahun 1990 akan diperlukan sekitar 15 juta ton setahun untuk membangkit listrik, pabrik semen, proyek aluminium, kereta api, dan sebagainya.

Ada petunjuk bahwa kita mempunyai uranium. Karena itu teknologi nuklir perlu dikembangkan. Harapan ialah agar dapat mengganti bahan bakar fosil, yang perlu dipikirkan ialah pencemaran yang diakibatkan zat radio aktif dan panas buangan.

Banyak mineral diperlukan dalam perindustrian. Pada saat ini diramalkan kebutuhan kita akan berlipat dua setiap sepuluh tahun.

Msalah yang timbul ialah: Apakah generasi mendatang dapat dipenuhi kebutuhannya akan mineral? Untuk menjawab pertanyaan itu perlu diperhatikan beberapa hal, yaitu :

- a). Semua rakyat yang telah berbudaya memerlukan hasil-hasil mineral untuk keperluan makanan dan material.
- b). Sumber daya mineral pada suatu saat akan habis.
- c). Sumber daya mineral akan belum diketemukan diduga tidak banyak dikrak bumi.
- d). Konsumsi mineral perkapita sangat menanjak dari tahun ke tahun.

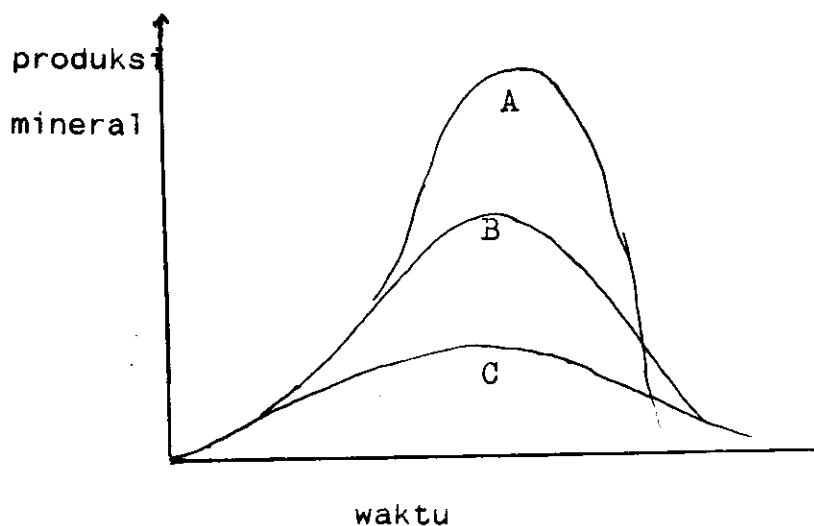
Konservasi sumber mineral sangat penting. Untuk menilai situasi sumber mineral diperkenalkan konsep kosien demografi.

$$K_d = \frac{\text{jumlah sumber daya yang tersedia}}{\text{pada penduduk} \times \text{konsumsi tiap orang}}$$

Bila kosien ini menurun maka kualitas kehidupan modern akan menurun pula. Kita fahami bahwa jumlah sumber daya akan makin berkurang, sedangkan penduduk makin banyak. Biarpun konsumsi dihemat, kosien K_d tetap akan menurun dikemudian hari. Apabila negara berkembang yang berpenduduk banyak dan tidak kaya.

Konsep lain ialah kurva penipisan persediaan sumber mineral, yang dapat digambarkan sebagai berikut:

(Dep.P dan K.Akte V, 1983, hal. 27)



Kurva A menunjukkan banyak mineral diproduksi dan banyak konsumsi. Bila persediaan mwenipis, akan diperoleh kurva B. Untuk negara miskin sumber daya minyak akan segera dicapai kurva C, Jadi disamping peningkatan teknologi, pengolahan ulang bahan-bahan, maka keluarga berencana dan pengolahan sumber daya mineral sangatlah penting.

Bagaimana kita dapat menghemat sumber daya mineral kita?. Usaha yang pertama dengan mencegah mineral itu terbuang waktu memproduksi, mencari dan menggunakan, penambangan dan menghasilkan hanya sekitar 70% dari bijih. Pada waktu memekatkan bijih dan memisahkan kotoran, biasanya terbuang sekitar 20%. Waktu dilebur ada juga logam yang hilang. Kemudian waktu proses pembuatan logam tersisih pula logam itu. Dan pada akhirnya bila benda logam itu sudah lama dipakai akan tersisihkan sebagai besi tua.

Dari uraian diatas perlu kita pikirkan bagaimana meningkatkan teknologi agar tidak banyak logam yang terbuang dan bagaimana dapat kita olah kembali benda-benda tua seperti mobil, traktor, mesin dan sebagainya, menjadi logam-logam tembaga, timbal besi dan aluminium? Akhirnya bagaimana dapat kita usahakan untuk mengganti logam-logam yang sulit dicari misalnya mengganti tembaga dengan aluminium dengan peralatan listrik atau radiator

mobil, mengganti timah dengan plastik untuk melapisi kaleng, dan seterusnya.

Bagaimana kita dapat menyadarkan rakyat agar berhemat ? Mungkinkah dengan meningkatkan harga bahan bakar, dengan memperkecil ukuran kendaraan, dengan menerapkan sanksi pelanggaran peraturan pencemaran, dengan meningkatkan usaha-usaha keselamatan kerja.

b. Sumber daya geothermal.

Energi geothermal ialah panas alam yang keluar dari bumi. Makin dalam kebawah bumi, makin tinggi suhunya. Misalnya pada kedalaman sekitar 40 km suhunya sekitar 6.000°C pada kedalaman 600 km mungkin sampai 1.000°C . Saat ini penggalian terdalam baru sampai 7,5 km.

Energi geothermal sampai kedalam 10 km adalah sekitar 3×10^{26} kalori, atau sekitar 2.000 kali jumlah batubara yang ada dalam sumber mineral bumi. Penambangan secara ekonomis sangatlah kecil.

Energi geothermal penting bila kalor terkonsentrasi dalam volume yang kecil. Pada saat ini penambangan dilakukan kurang dari 3 km. Energi termal tersimpan dalam batu-batu, dalam air dan uapnya yang mengisi celah-celah. Air dan uapnya memindahkan panas dan batu-batu ke permukaan.

Air berfungsi sebagai medium penghantar panas dari sumber panas dibawa kewaduk geothermal dekat permukaan bumi sehingga dapat disadap manusia.

Bila air hujan menembus kebawah tanah, pada kedalaman 2 sampai 6 km akan terpanaskan oleh batu-batu panas. Air akan mengembang kembali naik keatas. Bila batu-batu ini mempunyai lubang-lubang yang berhubungan, maka air akan naik cepat kepermukaan. Bila air panas itu terhalang batu-batu maka energi geothermal itu akan tersimpan dalam waduk batu-batuan.

Waduk-waduk geothermal ialah daerah-daerah panas, tempat kalor mengalir dari kedalaman bumi. Daerah panas yang mengalirkan panas ini umumnya daerah kawah pergunungan muda. Medan geothermal tersebar didunia sepanjang daerah, rendah diatas permukaan tanah dan sepanjang daerah pergunungan. Indonesia dilintasi jalur vulkanik. Dari celah-celah tanah keluarlah gas mulai dari Sumatera (Aceh Besar, Pasaman, Muara Labuh, Kerinci, Serampas, dan Suoh Antatai), Jawa (Banten, Darajat, Salak, Pelabuhan Ratu, Kamojang, Dieng, Bali (Tabanan) Flores (Ulumbu), Halmahera (Akemo), dan Sulawesi (Masape Tempe, Boloang Mangondow dan Minahasa).



Jarang terdapat sumber geothermal didaerah yang tidak ada gunung berapi. Sumber geothermal (Dep.P dan K. Akte V. 1983,hal. 30)

Manfaat pertama energi geothermal ialah untuk membangkit listrik, untuk itu waduk geothermal harus mempunyai suhu paling rendah 200°C . Uap geothermal dipisah dari air, dialirkan turbin yang menjalankan generator. Hasil seluruh dunia sekitar 800 megawatt atau hampir sepersepuluh persen kapasitas listrik. Biaya eksploitasi lebih ringan dari pada pembangkit bahan bakar fosil atau nuklir.

Produksi tenaga geothermal

Negara	Kapasitas, megawatt
Amerika	300
Eslandia	2,5
Indonesia.....
Italia	385
Jepang	35
Meksiko	75
Rusia	6
Selandia Baru	170

Air geothermal digunakan untuk pemanasan ruangan dan pemeliharaan perkebunan (di Eslandia, Amerika, Rusia) produksi kertas (di Hawaii), dan sumber logam kalium, litium, dan kalsium

Macam sistem geothermal dikenal 2 macam, Pertama ialah sistem air panas dan kedua sistem kering (uap). Produksi listrik dari energi geothermal cukup baik,

karena tidak terjadi polusi udara dan tak ada bahaya radiasi. Tetapi mesin dapat mengotori air disekitarnya. Di Indonesia kita kenal sumber energi geothermal sumber energi geothermal di gunung Dieng dan di gunung Kamojang.

c. Sumber daya energi surya.

Energi surya merupakan sumber pertama untuk mempertahankan kehidupan. Kualitas baik sumber ini ialah perseediaan melimpah ruah dan efek sampingan tidak ada. Sejak awal kehidupan kita bergantung pada energi surya yang memungkinkan kita hidup nyaman di bumi melalui proses-proses sirkulasi atmosfer, tata air, lautan dan fotosintesis. Energi surya sampai di bumi bergantung pada letak geografis dan keadaan cuaca setempat. Baru sedikit energi surya yang disadap dimana-mana, bebas polusi, dan tidak perlu dibeli.

Alat penangkap energi surya memerlukan permukaan luas, bergantung pada efisiensi konversi dan kuantitas energi yang tersedia disuatu lokasi. Bila efisiensi konversi 10%, maka setiap hektar tanah akan menghasilkan dua juta kilowatt/-jam setiap tahun.

Bila penduduk dunia pada tahun 2.000 ditaksir 15.000.000.000 dan konsumsi energi tiap orang seperti saat ini, maka penggunaan energi surya tidak akan membebani panas pada dunia.

Faktor-faktor yang kurang menguntungkan ialah masalah kepraktisan dan variasi cuaca, terutama dinegri beriklim

dingin. Penggunaan tenaga cadangan dan pola penyimpanan tenaga yang baik, mungkin dapat mengurangi masalah.

Tantangan ialah menemukan cara-cara penanganan energi surya secara besar-besaran sehingga keperluan kita dapat dipenuhi. Untuk itu perlu dibangun pangkalan tenaga surya secara besar-besaran, atau mendirikan satuan-satuan pangkalan yang banyak hingga ketergantungan pada sumber energi lain dapat dikurangi.

Radiasi surya dapat langsung dikonversikan menjadi kalor dengan sebuah permukaan yang dapat mengabsorpsi energi surya. Bila udara, air, atau fluida lain dihubungkan dengan permukaan yang panas tadi, energi dapat berpisah dan sudah dapat digunakan. Pemanas air energi surya terdiri dari selapis logam atau plastik gelap dalam kotak kaca di atas atap rumah. Air mengalir melalui pipa ke permukaan lapisan gelap, menangkap panas kemudian disimpan dalam tangki yang terisolasi.

Prinsip ini dapat diterapkan untuk pemanasan kota secara besar-besaran. Tangki perlu besar. Disamping air, maka udara dapat dipakai sebagai medium pemindahan panas. Sumber energi lain dapat pula membantu panas surya ini.

Pada tahun 2.000 hendaknya tiap kota telah mempunyai pangkalan penangkap energi surya. Untuk Indonesia penting pula pangkalan sistem pendingin berdasarkan siklus absorpsi-refrigerasi. Pendingin surya akan menguntungkan kita ka-

rena persyaratan maksimum akan bertepatan dengan dengan waktu yang diperlukan untuk memperoleh sejumlah maksimum energi yang tersedia untuk melaksanakan sistem itu. Bila pendingin dan pemanas dikombinasikan, maka pengumpul energi surya dapat dimanfaatkan sepanjang tahun. Alat pendingin dan pemanas surya tidak lama lagi akan dapat terlaksana.

Konversi energi surya ke energi listrik akan sangat menguntungkan. Perlu dicari konversi energi foton ke-energi listrik dalam semikonduktor seperti silikon. Dengan sel-sel surya yang menggunakan kristal silikon saat ini efisiensi mencapai 10%. Masalah harga sel surya masih mahal. Jadi perlu pengembangan sel surya yang lebih murah, yang dapat diproduksi secara besar-besaran.

Pendekatan lain ialah penggunaan beberapa lapis film tipis yang mengabsorpsi secara selektif. Film-film ini mengabsorpsi banyak radiasi surya tetapi mengemisikan radiasi termal hanya sedikit. Pendekatan ini hanya didasarkan efek rumah kaca. Dengan pendekatan ini suhu $600 - 700^{\circ}$ dapat dicapai asal mengumpul srya itu disimpan dalam ruang hampa.

Penempatan pangkalan energi surya dinegeri kita mungkin tidak terlalu menjadi masalah, karena mata hari bersinar sepanjang tahun disemua daerah. Mungkin pada waktu hujan berkabut sinar surya akan berkurang hingga kemampuan konversi energi surya berkurang. Perlu difikirkan penampungan energi untuk malam hari.

Penempatan pangkalan energi surya diluar atmosfer, yakni di orbit seperti satelit bumi, akan memungkinkan kita menerima energi surya 24 jam setiap hari. Keuntungannya ialah efisiensi konversi tidak menjadi masalah lagi, karena sumber energinya tidak akan habis-habis.

Abad yang akan datang produksi energi akan menemui cara baru. Untuk itu energi surya perlu mendapat prioritas penilaian. Penilaian akan menyangkut penentuan standard, kriteria, prosedur analisis teknis, sosial, ekonomi dan politis.

d. Sumber Daya Tanah.

Mungkin anda pernah hidup dikota industri dengan udara penuh debu dan sulit mendapatkan air bersih. Bandingkan dengan daerah yang subur tanaman, mudah air bersih dan gratis udara segar. Bagaimana pendapat anda ?

Perhatikan beberapa tanah dengan lingkungan segar yang hilang setiap tahun karena dibangun perumahan, kantor dan pabrik. Peranan tanah sebagai tempat kehidupan telah berubah, tidak lagi tempat interaksi air, udara, dan makhluk hidup yang dikarunia Tuhan dengan energi lewat matahari. Bahan-bahan tanah dan batu-batuan berbeda dari tempat ke tempat, baik fisik maupun kimianya, iklim tiap tempat berbeda; suhu, uap dan sinar mata hari merubah tanah dan batu-batuan berbeda dari tempat ke tempat. Berbagai

ilmu seperti fisika, kimia, biologi dan sebagainya. Dapat membantu menelaah susunan tanah dan kehidupan yang ada di tiap tempat. Akan kita temukan berbagai macam susunan tanah dan berbagai macam kehidupan atau sisanya, serta berbagai macam susunan udara dan airnya dengan berbagai zat yang terlarut. Jadi ada berbagai tanah dan berbagai zat yang dikandungnya yang akan menjadi bahan kehidupan berbagai tanaman.

Tanah di berbagai negara telah banyak berubah karena berbagai tekanan pengolahan pertanian, perindustrian, dan sebagainya. Tanah yang masih perawan perlu diselidik, yakni tanah yang asli yang belum terjamah tangan manusia. Ilmu tanah perlu dikembangkan! Perubahan tanah dari batu-batuan menjadi tanah subur dapat dilacak. Tampang tanah diberbagai daerah dengan berbagai iklim dan berbagai tanaman, hutan, padang rumput dan padang pasir akan memberikan pola yang berbeda-beda.

Bila hutan diperiksa, tanah lapisan atas kaya zat organik dan berwarna kehitam-hitaman. Kemudian lapisan yang lebih terang yang berisikan berbagai mineral, misalnya kalium dan kalsium. Setelah itu pecahan-pecahan padat dan akhirnya batu-batuan. Bila hutan ditebang, pertanian dikerjakan maka tanah subur hitam itu akan hilang. Bila ingin digunakan terus, maka tanah perlu dipelihara, hingga pertanian akan terus subur. Bila tidak dipelihara tanaman mundur, rusak, dan gersang.

Separoh hutan ada didaerah tropis, dan seperempatnya diwilayah Asia Pasifik. Hutan di Asia Pasifik ini umumnya hutam alam, tidak ditanam manusia. Banyak hutan yang telah diganggu manusia. Luas hutam 0,8 ha dan di Afrika 3,3 ha, di Amerika 5,4 ha. Hutan ini meneghasilkan kayu, kertas, karton, tripleks, dan bahan bakar. Di hutan bahan-bahan organik (daun, ranting, cabang, batang dan binatang yang mati) jatun ke tanah. Bagian-bagian binatang ini dapat terurai hingga terbentuk asam-asam organik. Asam-asam ini akan terbawa air hujan, melarutkan garam-garam seperti garam alkali.

Antara hujan dan penguapan ada persaingan. Bila lebih banyak hujan dari penguapan akan tumbuhlah hutan lebat. Bila penguapan yang lebih banyak, akan timbul padang rumput tinggi, padang rumput pendek, tanaman kaktus berduri, dan akhirnya padang pasir.

Ada siklus dalam kehidupan. Tanaman membentuk zat-zat dalam daun hijau. Hasilnya akan dimakan makhluk lain, atau kembali ke tanah untuk digunakan kembali. Binatang-binatang akhirnya akan mati dan kembali ke tanah untuk dimanfaatkan tanaman lain. Dalam tanah ada mikroorganisme yang hidup dari sisa-sisa zat organik, dari tanaman dan dari udara. Seperti makhluk lainnya manusia termasuk dalam siklus ini.

Ada berbagai ragam tanaman yang tumbuh diatas berbagai ragam tanah. Tiap macam tanah mempunyai himpunan sifat tertentu yang diturunkan dari bahan induk tanah asalnya dan

lingkungannya. Tanah berasal dari batu-batuan selama pembentukan ada bahan bertambah dan ada pula yang hilang. Tanaman dan hewan memberikan senyawa organik yang mengubah bahan pokok batu-batuan tadi. Iklim mempengaruhi penghancuran, erosi, pelepasan garam-garam dan sebagainya. Demikian pula kegiatan makhluk hidup dan penyinaran matahari.

Suatu tanah cocok untuk ditanam tertentu dan manusia membagi tanah kedalam beberapa kelompok. Tanah berwarna hitam berhumus banyak. Tanah berpasir sukar menahan air dibandingkan dengan tanah lempung. Tanah masam lebih atau lain dari pada tanah netral atau basa.

Penampang tegak disebut profil tanah atau tampang tanah biasanya menunjukkan tiga lapisan (horizon) yang berbeda warnanya, jaringan maupun susunannya. Tampang paling atas disebut horizon A berisikan banyak mineral, tampang tengah disebut horizon B dan tampang bawah yang masih mengandung batu-batuan asal disebut horizon C.

Horizon A berguna untuk pertumbuhan tanaman dan untuk hidup hewan termasuk mikroorganisme. Banyak horizon A yang berpasir karena lempungnya turun ke horizon B. Mineral dapat larut dan dapat turun sebagian kebawah. Humus berasal dari tanaman dari hewan mati memberi warna gelap pada horizon A.

Horizon B merupakan daerah akumulasi. Dalam suasana a-

sam terjadi akumulasi lempung. Oksida besi, dan oksida aluminium.

Bila kadar besi oksida tinggi warnanya akan lebih terang. Penimbunan bahan di horizon B akan mengakibatkan gerakan air menurun, akar tanaman tertahan pertumbuhannya dan lebih sukar digali.

Horizon C berisi bahan asal, mungkin batu-batuan atau bahan-bahan yang telah mengurai. Bahan-bahan ini mungkin terbawa air, angin, es, atau gaya berat bumi. Jadi horizon C adalah tanah yang hampir tidak berubah sepanjang zaman, tidak seperti kedua horizon lainnya.

Disamping perbedaan diatas, tanah dapat diperiksa akan sifat-sifatnya. Baik sifat fisika, kimia, maupun sifat-sifat biologinya.

Sifat fisika termasuk ukuran partikel tanah, susunan struktur, jumlah kandungan airnya, kecepatan gerak airnya, densitasnya, dan ruang porinya.

Ukuran partikel tanah dibedakan antara kasar dan halus. Kelas susunan tanah didasarkan pada ukuran partikel hingga diperoleh kelas tanah sebagai berikut; pasir, tanah liat gemuk, lumpur, tanah liat pekat. Secara kualitatif perbedaan kelas ini dapat dibedakan dengan rabaan ibu jari dan telunjuk. Basahi sedikit tanah, pijat antara ibu jari dan telunjuk hingga setipis pita. Bila terbentuk pita tipis yang panjang maka tanah itu termasuk liat yang pekat mengandung lebih dari 10% tanah liat pekat.

Bila pita tipis pendek yang terbentuk maka tanah itu termasuk lumpur (tanah liat lumpur), tanah liat gemuk tidak membentuk pita tipis.

Struktur tanah memperhatikan pengaturan partikel tanah dan kumpulan (agregat) partikel tanah. Ukuran dan pengaturan partikel maupun agregat tanah penting dalam penentuan ruang pori tanah. Pori itu mengandung udara atau air, atau kedua-duanya. Struktur yang berbutir-butir memudahkan gerakan air dan perkembangan akar. Bila butir-butirnya kecil, maka air mudah ditahan.

Jumlah kandungan air dalam tanah dapat ditentukan dengan menimbang contoh tanah sebelum dan sesudah dikeringkan pada 105°C :

$$\% \text{ air} = \frac{\text{bobot air}}{\text{bobot tanah kering}} \times 100\%$$

Kecepatan gerak air akan berbeda bagi berbagai macam tanah, berbagai horizon, dan sebagainya.

Volume partikel dapat ditentukan dengan perpindahan air. Perbedaan densitas partikel D_B tidak banyak antara berbagai macam tanah mineral. Densitas borongan D_B banyak berbeda dan ditentukan dengan rumus;

$$D_B = \frac{\text{bobot contoh kering}}{\text{volume contoh kering}}$$

Gunakan silinder untuk menghitung volume. Bila D_B lebih dari $1,6 \text{ gram/cm}^3$ maka akan sukar menembus tanah tersebut.

Ruang pori R_p dihitung dalam persen dan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% R_p = 100 \% - \frac{D_B}{D_p} \times 100 \%$$

Bila $\% R_p$ sekitar 50% maka tanah cukup subur. Bila D_B sekitar $1,3 \text{ gram/cm}^3$ tanah cukup subur.

Sifat-sifat kimia yang penting ialah P_H , yakni keasaman atau kebasaan tanah, kapasitas pertukaran kation, kadar zat organik, dan kadar mineralnya. P_H tanah dapat ditentukan dengan indikator berwarna atau dengan P_H meter. Berbagai tanah, berbagai horizon, dan perbedaan pengerjaan mempunyai P_H yang berlainan. Petani dapat merubah P_H dengan memberikan bahan-bahan tertentu. P_H optimum ialah sekitar 6.2-7.0 untuk berbagai tanaman. Ada juga tanaman yang subur dibawah atau diatas P_H netral itu.

Partikel-partikel tanah liat dan koloid bermuatan negatif dan mempunyai kapasitas menarik kation, kapasitas pertukaran kation K_{PK} yang besar mempunyai kapasitas dapat yang besar artinya mempunyai kapasitas melindungi perubahan P_H . Tanah dengan K_{PK} yang besar aman menerima jumlah rabuk yang besar. Bila K_{PK} diketahui maka penggunaan tanah dan rabuk akan lebih efisien.

Kadar tanah akan zat organik dapat ditentukan dengan selisih bobot setelah dipanaskan pada 550°C . Bila kadar air tinggi, maka K_{PK} tanah juga tinggi kapasitas menampung air

tinggi, aktivitas biologi tinggi dan mudah membebaskan nitrogen dalam tanah.

Zat-zat organik juga mengabsorpsi banyak pestisida. Bila kadar zat organik lebih dari 5% maka pestisida tak mampu mengontrol hama.

Kadar mineral dapat diperiksa dengan mikroskop. Tanah yang menyusut setelah dikeringkan, tanah retak-retak sering kali mengandung mineral tanah liat, bernama mostmorillonit.

Sifat-sifat biologis mencakup penyebaran akar dan populasi binatang kecil pada akar. Dengan mencuci akar tanaman diperoleh akar bersih. Potongan akar itu, keringkan pada 70%, dan timbang.

Populasi binatang kecil ditentukan dengan tehnik corong Berlese.

Bakteri dan jamur dapat ditentukan dengan memasukkan sedikit tanah dalam air seteril, diencerkan, berikan pada tempat pembiakkan berisi campuran agar-agar. Jumlah dan macam organisme bergantung kepada P_H , pengaturan udara, suhu, dan jumlah bahan makanan.

DAFTAR BACAAN

-,(1982), Depart.P.dan K. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Ekologi dan Masalah Lingkungan Jakarta
- Dzaki Ramli, (1989), Ekologi Jakarta Dep. P.dan K. Dirjen Pendidikan Tinggi PPLPTK.
- Idjah Soemarwoto, (1980) Biologi Umum I, Jakarta Gramedia.
- Odum E.P.,(1971), Fundamental of Ekology, London Toronto Third Edition, W.B.Saunders.
- Hendro Darmodjo (1985), Ilmu Alamiah Dasar, Jakarta. Universitas Terbuka Dept. P.dan K.
- Selamet Riyadi (1981), Ekologi Ilmu Lingkungan, Surabaya, Penerbit Usaha Nasional.
- Soedjiran Resosoedarmo, (1989), Penagantar Ekologi, Bandung CV.Remaja Raya.
- Soendjojo Dirdjo Soemarto, (1985) Ekologi Lanjutan, Universitas Terbuka, Dept. P.dan K.
- Urip Muhamad Hasan (1970), Meteorologi Pertanian I, Jakarta PT. Soeroengan.
- Urip Muhamad Hasan (1970), Meteorologi Pertanian II, Jakarta PT. Soeroengan.