

#2

KONSEP DASAR EKOSISTEM**Materi Pertemuan #2 (Online #1)****Kemampuan Akhir Yang Diharapkan**

Mampu menjelaskan pentingnya ilmu lingkungan dalam kehidupan terkait dengan konsep dasar ekosistem.

Indikator Penilaian

Ketepatan dalam menjelaskan pentingnya ilmu lingkungan dalam kehidupan terkait dengan konsep dasar ekosistem.

2.1. Ekologi

Berasal dari kata Yunani:

Oikos = rumah, dan

Logos = ilmu.

Secara harafiah ekologi berarti ilmu tentang makhluk hidup dalam rumahnya atau ilmu tentang rumah tangga makhluk hidup.

Menurut Soemarwoto (2008), ekologi adalah ilmu tentang hubungan timbal balik makhluk hidup dengan lingkungan hidupnya.

Ekologi merupakan salah satu komponen dalam sistem pengelolaan lingkungan hidup, disamping komponen yang lain yaitu politik, sosial, budaya dan ekonomi, untuk mendapatkan keputusan yang seimbang.

Ekologi dapat disetarakan dengan ekonomi. Namun dalam ekonomi alat transaksinya uang. Sedangkan dalam ekologi digunakan materi, energi dan informasi.

Sehingga ekologi adalah studi tentang distribusi dan penyebaran organisme, aliran energi serta bahan lain antara komponen abiotik dan biotik dari ekosistem.

Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernst Haeckel (1834-1914). (Hutagalung. RA, 2010). Dalam ekologi, makhluk hidup dipelajari sebagai kesatuan atau sistem dengan lingkungannya.

Pembahasan ekologi tidak lepas dari pembahasan ekosistem dengan berbagai komponen penyusunnya, yaitu faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik antara lain suhu, air, kelembaban, cahaya, dan topografi, sedangkan faktor biotik adalah makhluk hidup yang terdiri dari manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroba. Ekologi juga berhubungan erat dengan tingkatan-tingkatan organisasi makhluk hidup, yaitu populasi, komunitas, dan ekosistem yang saling memengaruhi dan merupakan suatu sistem yang menunjukkan kesatuan.

2.2. Ekosistem

Konsep sentral ekologi adalah ekosistem. Dalam hal ini, sistem adalah komponen-komponen yang bekerja secara teratur sebagai satu kesatuan. Sehingga ekosistem dapat diartikan sebagai sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem bisa dikatakan juga suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi. (Hutagalung. RA, 2010)

Ekosistem merupakan penggabungan dari setiap unit biosistem yang melibatkan interaksi timbal balik antara organisme dan lingkungan fisik sehingga

aliran energi menuju kepada suatu struktur biotik tertentu dan terjadi suatu siklus materi antara organisme dan anorganisme. Matahari sebagai sumber dari semua energi yang ada. (Hutagalung. RA, 2010)

Dalam ekosistem, organisme dalam komunitas berkembang bersama-sama dengan lingkungan fisik sebagai suatu sistem. Organisme akan beradaptasi dengan lingkungan fisik, sebaliknya organisme juga memengaruhi lingkungan fisik untuk keperluan hidup. Pengertian ini didasarkan pada Hipotesis Gaia, yaitu: "organisme, khususnya mikroorganisme, bersama-sama dengan lingkungan fisik menghasilkan suatu sistem control yang menjaga keadaan di bumi cocok untuk kehidupan". Hal ini mengarah pada kenyataan bahwa kandungan kimia atmosfer dan bumi sangat terkendali dan sangat berbeda dengan planet lain dalam tata surya. (Campbell NA. Reece JB, 2009)

Kehadiran, kelimpahan dan penyebaran suatu spesies dalam ekosistem ditentukan oleh tingkat ketersediaan sumber daya serta kondisi faktor kimiawi dan fisis yang harus berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh spesies tersebut, inilah yang disebut dengan hukum toleransi. (ITB, 2004). Misalnya: Panda memiliki toleransi yang luas terhadap suhu, namun memiliki toleransi yang sempit terhadap makanannya, yaitu bambu. Dengan demikian, panda dapat hidup di ekosistem dengan kondisi apapun asalkan dalam ekosistem tersebut terdapat bambu sebagai sumber makanannya. (Hutagalung. RA, 2010). Berbeda dengan makhluk hidup yang lain, manusia dapat memperlebar kisaran toleransinya karena kemampuannya untuk berpikir, mengembangkan teknologi dan memanipulasi alam. (Campbell NA. Reece JB, 2009)

Ekosistem terbentuk dari komponen hidup dan tak hidup yang berinteraksi membentuk suatu kesatuan yang teratur. Keteraturan ini terjadi oleh karena ada arus materi dan energi yang terkendalkan oleh arus informasi antara komponen dalam ekosistem tersebut.

Karakteristik dasar ekosistem, antara lain:

- 1) Struktur:
 - Hidup (biotik)
 - Tak hidup (abiotik)
- 2) Proses:
 - Aliran energi
 - Siklus bahan (bahan kimia)
- 3) Perubahan:
 - Dinamis (tidak statis)
 - Berurutan, dll.

Abiotik atau komponen tak hidup adalah komponen fisik dan kimia yang merupakan medium atau substrat tempat berlangsungnya kehidupan, atau lingkungan tempat hidup. Sebagian besar komponen abiotik bervariasi dalam ruang dan waktunya.

Komponen abiotik dapat berupa bahan organik, senyawa anorganik, dan faktor yang memengaruhi distribusi organisme, yaitu: (Campbell NA. Reece JB, 2009)

1) Suhu

Proses biologi dipengaruhi suhu. Mamalia dan unggas membutuhkan energi untuk meregulasi temperature dalam tubuhnya.

- 2) Air
Ketersediaan air memengaruhi distribusi organisme. Organisme di gurun beradaptasi terhadap ketersediaan air di gurun.
- 3) Garam
Konsentrasi garam memengaruhi kesetimbangan air dalam organisme melalui osmosis. Beberapa organisme terestrial beradaptasi dengan lingkungan dengan kandungan garam tinggi.
- 4) Cahaya matahari
Intensitas dan kualitas cahaya memengaruhi proses fotosintesis. Air dapat menyerap cahaya sehingga pada lingkungan air, fotosintesis terjadi di sekitar permukaan yang terjangkau cahaya matahari. Di gurun, intensitas cahaya yang besar membuat peningkatan suhu sehingga hewan dan tumbuhan tertekan.
- 5) Tanah dan batu
Beberapa karakteristik tanah yang meliputi struktur fisik, pH, dan komposisi mineral membatasi penyebaran organisme berdasarkan pada kandungan sumber makanannya di tanah.
- 6) Iklim
Iklim adalah kondisi cuaca dalam jangka waktu lama dalam suatu area. Iklim makro meliputi iklim global, regional dan lokal. Iklim mikro meliputi iklim dalam suatu daerah yang dihuni komunitas tertentu.

Yang termasuk komponen abiotik, antara lain:

- 1) Energi matahari menyediakan hampir semua energi untuk ekosistem.
- 2) Zat anorganik, misalnya, sulfur, boron, cenderung untuk berputar melalui ekosistem.
- 3) Senyawa organik, seperti protein, karbohidrat, lipid, dan molekul kompleks lainnya, membentuk hubungan antara komponen biotik dan abiotik dari sistem.

Sedangkan biotik adalah istilah yang biasanya digunakan untuk menyebut sesuatu yang hidup (organisme). Komponen biotik adalah suatu komponen yang menyusun suatu ekosistem selain komponen abiotik (tidak bernyawa).

Komponen biotik dari suatu ekosistem dapat diklasifikasikan menurut jenis perolehan energi, yaitu:

- 1) Autotrophs
Organisme yang memproduksi makanan mereka sendiri dari sumber energi, seperti matahari, dan senyawa anorganik.
- 2) Heterotrophs.
Organisme yang mengonsumsi organisme lain sebagai sumber makanan.

Berdasarkan peran dan fungsinya, makhluk hidup dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

- 1) Heterotrof (Konsumen)
Komponen heterotrof terdiri dari organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik yang disediakan oleh organisme lain sebagai makanannya. Komponen heterotrof disebut juga konsumen makro (fagotrof) karena makanan yang dimakan berukuran lebih kecil. Yang tergolong heterotroph adalah manusia, hewan, jamur, dan mikroba.

2) Pengurai (dekomposer)

Pengurai atau dekomposer adalah organisme yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati. Pengurai disebut juga konsumen makro (sapotrof) karena makanan yang dimakan berukuran lebih besar. Organisme pengurai menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan melepaskan bahan-bahan yang sederhana yang dapat digunakan kembali oleh produsen. Yang tergolong pengurai adalah bakteri dan jamur. Ada pula pengurai yang disebut detritivor, yaitu hewan pengurai yang memakan sisa-sisa bahan organik, contohnya adalah kutu kayu. Tipe dekomposisi ada tiga, yaitu:

- aerobik: oksigen adalah penerima elektron/oksidan
- anaerobik: oksigen tidak terlibat, bahan organik sebagai penerima elektron/oksidan
- fermentasi: anaerobik namun bahan organik yang teroksidasi juga sebagai penerima elektron, komponen tersebut berada pada suatu tempat dan berinteraksi membentuk suatu kesatuan ekosistem yang teratur. Misalnya, pada suatu ekosistem akuarium, ekosistem ini terdiri dari ikan sebagai komponen heterotrof, tumbuhan air sebagai komponen autotrof, plankton yang terapung di air sebagai komponen pengurai, sedangkan yang termasuk komponen abiotik adalah air, pasir, batu, mineral dan oksigen yang terlarut dalam air.

Ketergantungan antar komponen biotik dapat terjadi melalui: (Campbell NA. Reece JB, 2009)

1) Rantai makanan

Yaitu perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Tiap tingkat dari rantai makanan disebut tingkat trofi atau taraf trofi. Karena organisme pertama yang mampu menghasilkan zat makanan adalah tumbuhan maka tingkat trofi pertama selalu diduduki tumbuhan hijau sebagai produsen. Tingkat selanjutnya adalah tingkat trofi kedua, terdiri atas hewan pemakan tumbuhan yang biasa disebut konsumen primer. Hewan pemakan konsumen primer merupakan tingkat trofi ketiga, terdiri atas hewan-hewan karnivora. Setiap pertukaran energi dari satu tingkat trofi ke tingkat trofi lainnya, sebagian energi akan hilang. (Campbell NA. Reece JB, 2009)

2) Jaring-jaring makanan

Yaitu rantai-rantai makanan yang saling berhubungan satu sama lain sedemikian rupa sehingga membentuk seperti jaring-jaring. Jaring-jaring makanan terjadi karena setiap jenis makhluk hidup tidak hanya memakan satu jenis makhluk hidup lainnya.

Untuk ketergantungan antara komponen biotik dan abiotik dapat terjadi melalui siklus materi, seperti: (Campbell NA. Reece JB, 2009)

1. Siklus karbon
2. Siklus air
3. Siklus nitrogen
4. Siklus sulfur

Siklus ini berfungsi untuk mencegah suatu bentuk materi menumpuk pada suatu tempat. Ulah manusia telah membuat suatu sistem yang awalnya siklik menjadi nonsiklik, manusia cenderung mengganggu keseimbangan lingkungan. (Campbell NA. Reece JB, 2009)

Secara umum ada tiga tipe ekosistem, yaitu: (Aryulina D. *et al*, 2004)

1) Ekosistem Akuatik (Air)

Terdiri dari:

- Ekosistem air tawar
Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi.
- Ekosistem air laut
Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl⁻ mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar 25°C. Perbedaan suhu bagian atas dan bawah tinggi, sehingga terdapat batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah yang disebut daerah termoklin.
- Ekosistem estuari (muara)
Merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Ekosistem estuari memiliki produktivitas yang tinggi dan kaya akan nutrisi. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan.
- Ekosistem pantai
Dinamakan demikian karena yang paling banyak tumbuh di gundukan pasir adalah tumbuhan *Ipomoea pes caprae* yang tahan terhadap hempasan gelombang dan angin. Tumbuhan yang hidup di ekosistem ini menjalar dan berdaun tebal.
- Ekosistem sungai
Adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah. Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Aliran air dan gelombang secara konstan memberikan oksigen pada air. Suhu air bervariasi sesuai dengan ketinggian dan garis lintang. Ekosistem sungai dihuni oleh hewan seperti ikan kucing, gurame, kura-kura, ular, buaya, dan lumba-lumba.
- Ekosistem terumbu karang
Ekosistem ini terdiri dari coral yang berada dekat pantai. Efisiensi ekosistem ini sangat tinggi. Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora. Kehadiran terumbu karang di dekat pantai membuat pantai memiliki pasir putih.

- Ekosistem laut dalam
Kedalamannya lebih dari 6.000 m. Biasanya terdapat lele laut dan ikan laut yang dapat mengeluarkan cahaya. Sebagai produsen terdapat bakteri yang bersimbiosis dengan karang tertentu.
- Ekosistem lamun (*sea grass*)
Lamun atau *seagrass* adalah satu-satunya kelompok tumbuh-tumbuhan berbunga yang hidup di lingkungan laut. Tumbuh-tumbuhan ini hidup di habitat perairan pantai yang dangkal. Seperti halnya rumput di darat, mereka mempunyai tunas berdaun yang tegak dan tangkai-tangkai yang merayap yang efektif untuk berbiak. Berbeda dengan tumbuh-tumbuhan laut lainnya (alga dan rumput laut), lamun berbunga, berbuah dan menghasilkan biji. Lamun juga mempunyai akar dan sistem internal untuk mengangkut gas dan zat-zat hara. Sebagai sumber daya hayati, lamun banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

2) Ekosistem Terrestrial (Darat)

Penentuan zona dalam ekosistem terestrial ditentukan oleh temperatur dan curah hujan. Ekosistem terestrial dapat dikontrol oleh iklim dan gangguan. Iklim sangat penting untuk menentukan mengapa suatu ekosistem terestrial berada pada suatu tempat tertentu. Pola ekosistem dapat berubah akibat gangguan seperti petir, kebakaran, atau aktivitas manusia.

Terdapat berbagai macam ekosistem terestrial, antara lain:

- Ekosistem hutan hujan tropis
Hutan hujan tropis terdapat di daerah tropik dan subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan 200-225 cm per tahun. Spesies pepohonan relatif banyak, jenisnya berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung letak geografisnya. Tinggi pohon utama antara 20-40 m, cabang-cabang pohon tinggi dan berdaun lebat hingga membentuk tudung (kanopi). Dalam hutan basah terjadi perubahan iklim mikro, yaitu iklim yang langsung terdapat di sekitar organisme. Daerah tudung cukup mendapat sinar matahari, variasi suhu dan kelembaban tinggi, suhu sepanjang hari sekitar 25°C. Dalam hutan hujan tropis sering terdapat tumbuhan khas, yaitu liana (rotan) dan anggrek sebagai epifit. Hewannya antara lain, kera, burung, badak, babi hutan, harimau, dan burung hantu.
- Ekosistem sabana
Sabana dari daerah tropik terdapat di wilayah dengan curah hujan 40–60 inci per tahun, tetapi temperatur dan kelembaban masih tergantung musim. Sabana yang terluas di dunia terdapat di Afrika, namun di Australia juga terdapat sabana yang luas. Hewan yang hidup di sabana antara lain serangga dan mamalia seperti zebra, singa dan hyena.
- Ekosistem padang rumput
Padang rumput terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropic ke subtropik. Ciri-ciri padang rumput adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun, hujan turun tidak teratur, porositas (peresapan air) tinggi, dan drainase (aliran air) cepat. Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (herbs) dan rumput yang keduanya tergantung pada kelembapan. Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kangguru, serangga, tikus dan ular.

- Ekosistem gurun
Gurun terdapat di daerah tropik yang berbatasan dengan padang rumput. Ciri-ciri ekosistem gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm per tahun). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air. Hewan yang hidup di gurun antara lain rodentia, semut, ular, kadal, katak, kalajengking, dan beberapa hewan nocturnal lain.
 - Ekosistem hutan gugur
Hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang yang memiliki empat musim, ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Jenis pohon sedikit (10 s/d 20) dan tidak terlalu rapat. Hewan yang terdapat di hutan gugur antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakun (sebangsa luwak).
 - Ekosistem taiga
Taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik, ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali, sedangkan hewannya antara lain moose, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.
 - Ekosistem tundra
Tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah ini hanya 60 hari. Contoh tumbuhan yang dominan adalah sphagnum, liken, tumbuhan biji semusim, tumbuhan perdu, dan rumput alang-alang. Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin.
 - Ekosistem karst (batu gamping/gua)
Karst berawal dari nama kawasan batu gamping di wilayah Yugoslavia. Kawasan karst di Indonesia rata-rata mempunyai ciri-ciri yang hampir sama yaitu, tanahnya kurang subur untuk pertanian, sensitif terhadap erosi, mudah longsor, bersifat rentan dengan pori-pori aerasi yang rendah, gaya permeabilitas yang lamban dan didominasi oleh pori-pori mikro. Ekosistem karst mengalami keunikan tersendiri, dengan keragaman aspek biotis yang tidak dijumpai di ekosistem lain.
- 3) Ekosistem Buatan
Adalah ekosistem yang diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. (Aryulina D. *et al*, 2004). Ekosistem buatan mendapatkan subsidi energi dari luar, tanaman atau hewan peliharaan didominasi pengaruh manusia, dan memiliki keanekaragaman rendah.
Contoh ekosistem buatan, adalah: (Hutagalung. RA, 2010)
- Ekosistem bedungan
 - Ekosistem hutan tanaman produksi, seperti jati dan pinus
 - Agro ekosistem: sawah tadah hujan, sawah irigasi, perkebunan sawit
 - Ekosistem pemukiman seperti kota dan desa
 - Ekosistem ruang angkasa

Ekosistem kota memiliki metabolisme tinggi sehingga butuh energi yang banyak. Kebutuhan materi juga tinggi dan tergantung dari luar, serta memiliki pengeluaran yang eksekif seperti polusi dan panas. (Campbell NA. Reece JB, 2009)

Ekosistem ruang angkasa bukan merupakan suatu sistem tertutup yang dapat memenuhi sendiri kebutuhannya tanpa tergantung input dari luar. Semua ekosistem dan kehidupan selalu bergantung pada bumi. (Hutagalung. RA, 2010)

2.3. Trophic Level

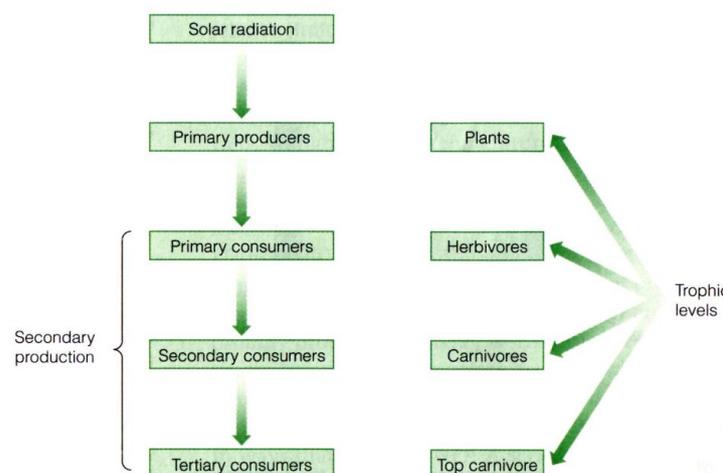
Setiap tingkatan pada rantai makanan itu disebut *trophic level* (taraf trofi). Ada beberapa tingkatan taraf trofi pada rantai makan, yaitu: (Kistinnah, 2009)

- 1) Tingkat taraf trofi 1 : organisme dari golongan produsen (produsen primer)
- 2) Tingkat taraf trofi 2 : organisme dari golongan herbivora (konsumen primer)
- 3) Tingkat taraf trofi 3 : organisme dari golongan karnivora (konsumen sekunder)
- 4) Tingkat taraf trofi 4 : organisme dari golongan karnivora (konsumen predator)

Di dalam rantai makanan, tidak seluruh energi dapat dimanfaatkan, tetapi hanya sebagian yang mengalami perpindahan dari satu organisme ke organisme lainnya, karena dalam proses transformasi dari organisme satu ke organisme yang lain ada sebagian energi yang terlepas dan tidak dapat dimanfaatkan. Misalnya, tumbuhan hijau sebagai produsen menempati taraf trofi pertama yang hanya memanfaatkan sekitar 1% dari seluruh energi sinar matahari yang jatuh di permukaan bumi melalui fotosintesis yang diubah menjadi zat organik. (Kistinnah, 2009)

Jika tumbuhan hijau dimakan organisme lain (konsumen primer), maka hanya 10% energi yang berasal dari tumbuhan hijau dimanfaatkan oleh organisme itu untuk pertumbuhannya dan sisanya terdegradasi dalam bentuk panas terbuang ke atmosfer. Selama keadaan produsen dan konsumen-konsumen tetap membentuk piramida, maka keseimbangan alam dalam ekosistem akan terpelihara. (Kistinnah, 2009)

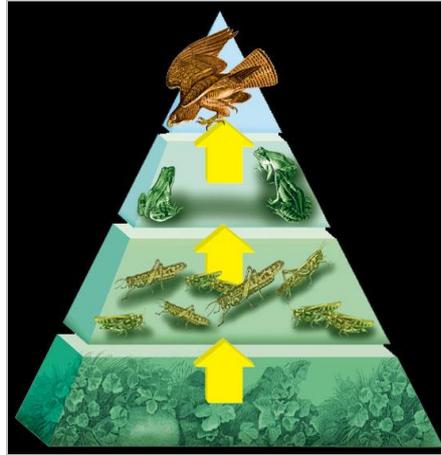
Untuk memahami *trophic level*, dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang merupakan gambar struktur rantai makanan.



Gambar 2.1. Struktur Rantai Makanan
(Sumber: General Ecology, by David T. Krome)

Pada Gambar 2.1 terdapat istilah *Trophic Levels* (Tingkatan Trophic) yang dapat diartikan bahwa semua organisme yang memiliki urutan yang sama terhadap rantai makanan dari sumber energi utama.

Trophic level adalah posisi yang ditempati oleh organisme dalam rantai makanan. *Trophic level* dapat dianalisis pada piramida energi. *Producers* ditemukan di dasar piramida dan berkumpul pada *trophic level* pertama. *Primary consumers* membentuk *trophic level* kedua. *Secondary consumers* membentuk *trophic level* ketiga. Akhirnya *tertiary consumers* membentuk *trophic level* paling atas. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat *trophic levels* piramida energi.



Gambar 2.2. Trophic Levels Piramida Energi
(Sumber: corpuschristiisd.org/user_files/91702/Ecosystem)

Dari Gambar 2.2 dapat diketahui bahwa jumlah energi terbesar ditemukan di dasar piramida. Sedangkan jumlah energi yang terkecil ditemukan di atas piramida.

2.4. Struktur Peringatan *Trophic*

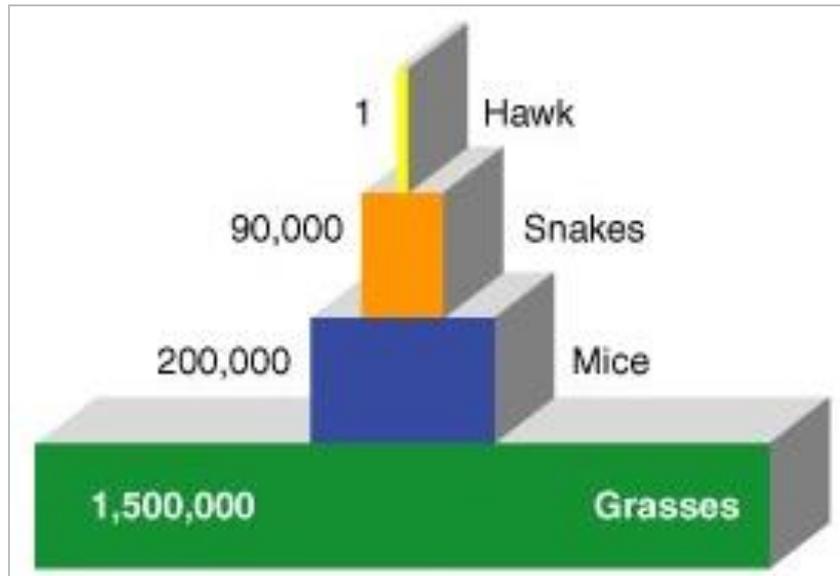
Dalam ekologi terdapat istilah piramida ekologi yang merupakan gambaran susunan antar trofik yang disusun berdasarkan kepadatan populasi, berat kering, maupun kemampuan menyimpan energi pada tiap trofik.

Struktur trofik dapat disusun secara urut sesuai hubungan makan dan dimakan antar trofik yang secara umum memperlihatkan bentuk kerucut atau piramid.

Piramida ekologi ini berfungsi untuk menunjukkan gambaran perbandingan antar trofik pada suatu ekosistem. Pada tingkat pertama ditempati produsen sebagai dasar dari piramida ekologi, selanjutnya konsumen primer, sekunder, tersier sampai konsumen puncak. (Anshori, 2009)

Ketika organisme autotrof (produsen) dimakan oleh herbivora (konsumen I), maka energy yang tersimpan dalam produsen (tumbuhan) berpindah ke tubuh konsumen I (pemakannya) dan konsumen II akan mendapatkan energy dari memakan konsumen I, dan seterusnya.

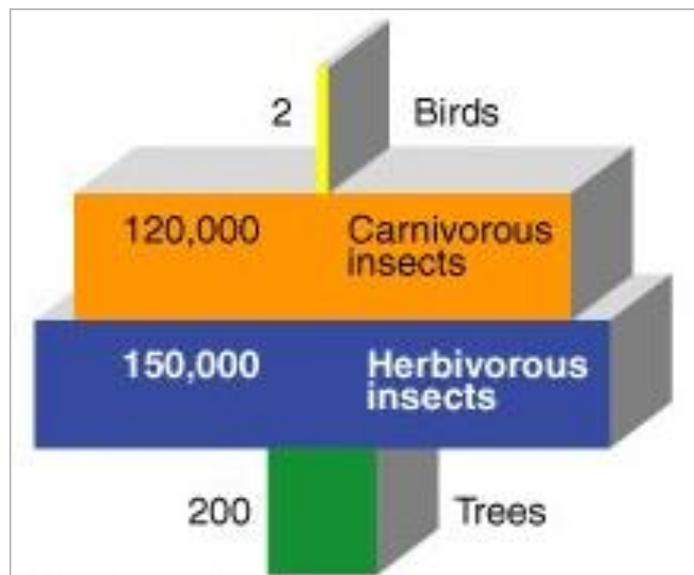
Untuk struktur peringatan *trophic* disebut dengan Piramida Eltonian yang merupakan jumlah individu per spesies. Untuk gambar piramida eltonian dari *grassland community* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Piramida Eltonian *Grassland Community*

(Sumber: http://eeb.bio.utk.edu/weltzin/GenEcol03/Lecture/lc_11-18-03_ecosystems)

Sedangkan gambar piramida eltonian dari *forest community* dapat dilihat pada Gambar 2.4.

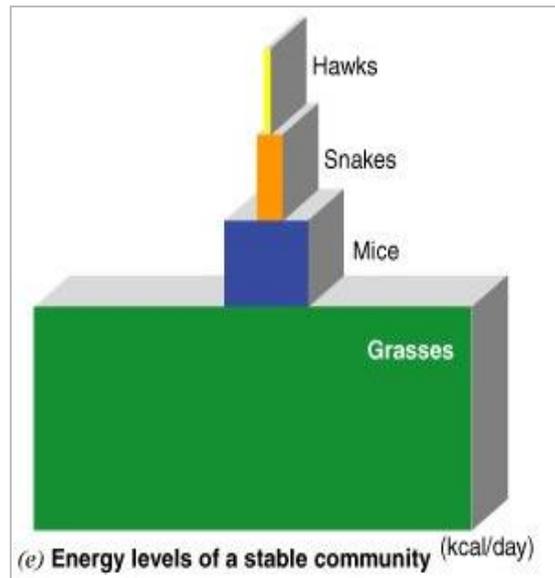


Gambar 2.4. Piramida Eltonian *Forest Community*

(Sumber: http://eeb.bio.utk.edu/weltzin/GenEcol03/Lecture/lc_11-18-03_ecosystems)

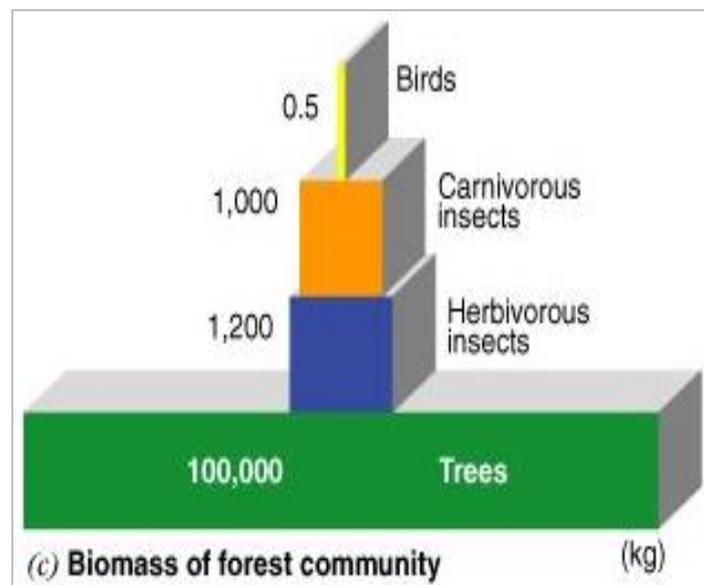
Struktur peringatan *trophic* menyatakan struktur *trophic* sebagai perubahan energi. Piramida energi tidak pernah dapat terbalik. Sehingga apakah ada ruang untuk orang / makhluk lain di bagian atas rantai makanan?

Untuk level energi dari komunitas yang stabil dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Level Energi Komunitas Yang Stabil

Jika mengubah setiap spesies pada piramida eltonian *forest community* menjadi biomass yang bukan angka absolut, maka hasilnya akan seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Biomass Dari Piramida Eltonial *Forest Community*

Energi kadang-kadang dianggap sebagai biomass, massa semua organisme dan bahan organik di suatu daerah. Terdapat lebih biomass pada *trophic level producers* dan sedikit pada *trophic level tertiary consumers*. Atau dapat diartikan ada lebih banyak tanaman di bumi daripada binatang.

Bio dapat berarti kehidupan dan Mass berarti berat/bobot. Sehingga Biomass (Bio + Mass) adalah bobot makhluk hidup dalam suatu ekosistem.

2.5. Rantai Makanan

Rantai makanan adalah perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Tiap tingkat dari rantai makanan disebut tingkat trofi atau taraf trofi. Karena organisme pertama yang mampu menghasilkan zat makanan adalah tumbuhan maka tingkat trofi pertama selalu diduduki tumbuhan hijau sebagai produsen. Tingkat selanjutnya adalah tingkat trofi kedua, terdiri atas hewan pemakan tumbuhan yang biasa disebut konsumen primer. Hewan pemakan konsumen primer merupakan tingkat trofi ketiga, terdiri atas hewan-hewan karnivora. Setiap pertukaran energi dari satu tingkat trofi ke tingkat trofi lainnya, sebagian energi akan hilang. (Campbell NA, Reece JB, 2009)

Rantai makanan merupakan bagian dari jaring-jaring makanan, di mana rantai makanan bergerak secara linear dari produsen ke konsumen teratas. Panjang rantai makanan ditentukan dari seberapa banyak titik yang menghubungkan antar tingkatan trofik. (Briand. F, Cohen. J. E., 1987). Pada setiap tahap pemindahan energi, 80%–90% energi potensial kimia hilang sebagai panas, karena itu langkah-langkah dalam rantai makanan umumnya terbatas 4-5 langkah saja. Dengan perkataan lain, semakin pendek rantai makanan semakin besar pula energi yang tersedia. (Vander Zanden. M.J., B.J. Shuter, Lester. N., Rasmussen. J.B., 1999)

Dalam rantai makanan terdapat tiga macam "rantai pokok" yang menghubungkan antar trophic level (tingkatan trofik), yaitu:

- 1) Rantai pemangsa
- 2) Rantai parasit
- 3) Rantai saprofit

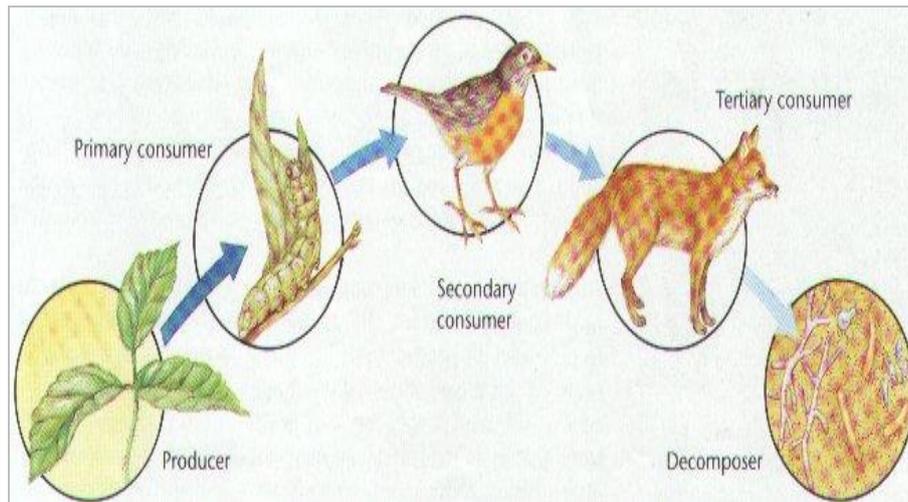
Ada dua tipe dasar rantai makanan, yaitu:

- 1) Rantai makanan rerumputan (*grazing food chain*), yaitu rantai makanan yang diawali dari tumbuhan pada trofik awalnya.
- 2) Rantai makanan sisa/detritus (*detritus food chain*), yaitu rantai makanan yang tidak dimulai dari tumbuhan, tetapi dimulai dari detritivor (atau pemakan bangkai adalah organisme heterotrofs yang memperoleh energi dengan cara memakan sisa-sisa makhluk hidup. Dengan begitu, mereka merupakan pengurai dan berkontribusi dalam siklus hara. Detritivor mempunyai peran penting dalam ekosistem karena mereka membantu menguraikan zat organik menjadi zat anorganik untuk kemudian diolah lagi oleh produsen. Contoh detritivor adalah cacing tanah, bakteri pembusuk, dan jamur).

Pada komunitas laut dalam, banyak organisme yang hidup dari runtuhnya materi organik ("salju lautan") yang merupakan akumulasi feses dan/atau sisa tubuh hewan yang hidup dekat permukaan laut. Rantai makanan di tempat tersebut umumnya relatif pendek.

Secara umum, rantai makanan berperan penting dalam analisis kesehatan ekologi. Akumulasi polutan dan dampaknya pada hewan dapat ditelusuri melalui rantai makanan di dalam ekologi. Odum. (E.P., Barrett. G.W., 2005)

Para *producers*, *consumers*, dan *decomposers* (pengurai) setiap ekosistem membentuk sebuah rantai makanan. Ada banyak rantai makanan dalam suatu ekosistem. Rantai makanan menunjukkan di mana energi yang ditransfer dan yang tidak dimakan. Untuk contoh rantai makanan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



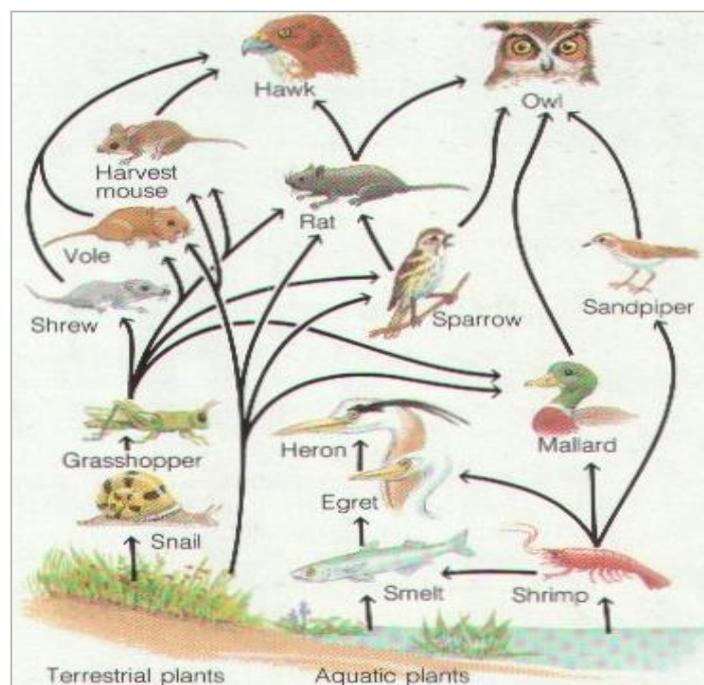
Gambar 2.7. Contoh Rantai Makanan

Ada juga jaring-jaring makanan. Semua rantai makanan di suatu daerah yang membentuk jaringan makanan daerah tersebut dapat disebut sebagai Jaringan Makanan (*Food Web*).

Perbedaan rantai makanan dengan jaring-jaring makanan, antara lain:

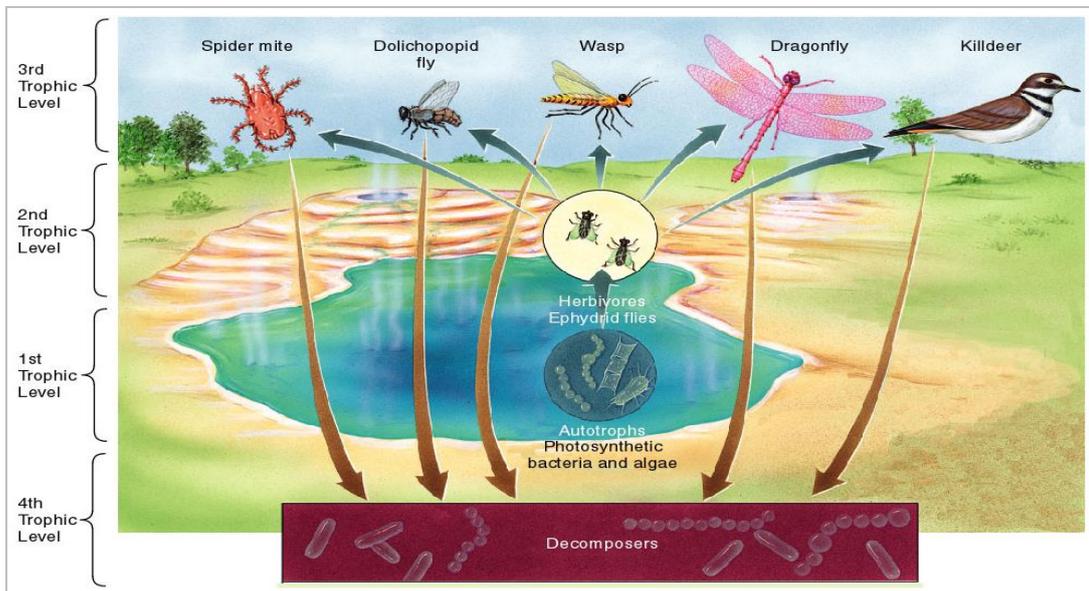
- 1) Pada rantai makanan, organisme hanya memakan satu jenis organisme saja, sedangkan pada jaring-jaring makanan, organisme memakan organisme lainnya yang tidak hanya satu jenis saja.
- 2) Jaringan-jaring makanan akan menimbulkan banyak rantai makanan yang terhubung satu sama lain dalam bentuk jaring laba laba.

Untuk contoh dari jaring makanan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



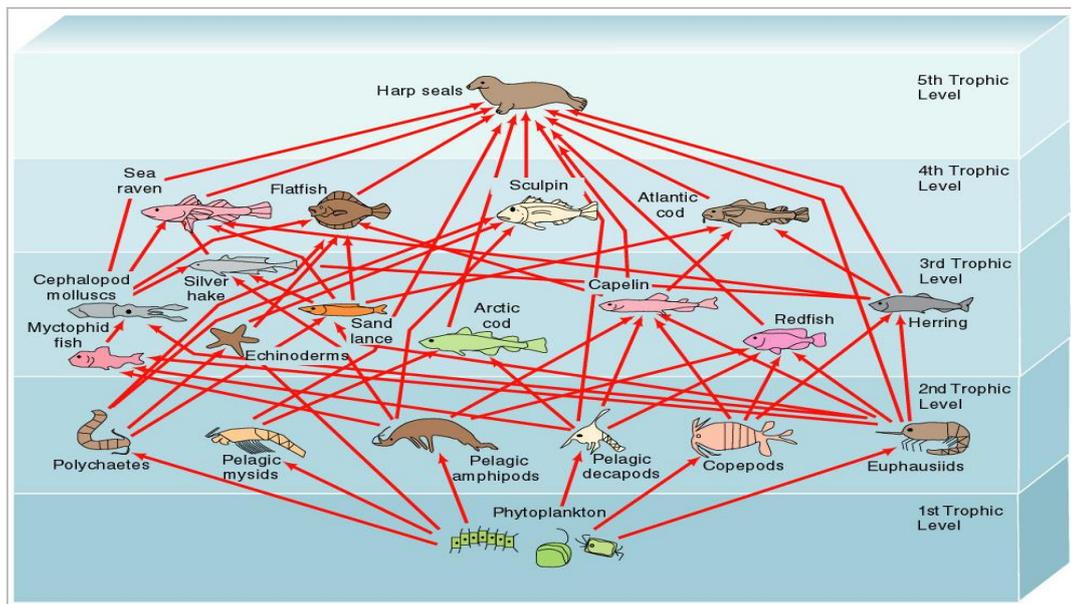
Gambar 2.8. Contoh Jaringan Makanan (*Food Web*)

2.9. Untuk jaring makanan sumber mata air panas dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Contoh Jaring Makanan Sumber Mata Air Panas

2.10. Sedangkan untuk jaring makanan *harp seal* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Contoh Jaring Makanan Harp Seal

Forum

Tuliskan judul jurnal yang terdapat pada link di pertemuan ini. Selain itu jika terdapat pertanyaan atau apapun yang terkait dengan materi ke-2 serta tugas pertemuan #2 (online #1) dapat juga dituliskan pada Forum ini.

Link Jurnal

Untuk memahami materi ke 2 ini, silahkan baca jurnal yang terkait dengan pembahasan materi ke-2 yang dapat dilihat pada link berikut.

<https://media.neliti.com/media/publications/234852-peningkatan-hasil-belajar-ekosistem-mela-45ebb3d4.pdf>

Kuis

Jawab pertanyaan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai.

1. Definisi dari ekologi menurut Soemarwoto (2008), adalah:
 - a. Ilmu tentang makhluk hidup dalam rumahnya atau ilmu tentang rumah tangga makhluk hidup
 - b. Studi tentang distribusi dan penyebaran organisme, aliran energi serta bahan lain antara komponen abiotik dan biotik dari ekosistem
 - c. Merupakan salah satu komponen dalam sistem pengelolaan lingkungan hidup
 - d. Ilmu tentang hubungan timbal balik makhluk hidup dengan lingkungan hidupnya
2. Faktor yang memengaruhi distribusi organisme pada komponen abiotik, **kecuali**:
 - a. Suhu
 - b. Air
 - c. Garam
 - d. Jamur
3. Yang termasuk makhluk hidup berdasarkan peran dan fungsi pada komponen biotik, **kecuali**:
 - a. Manusia
 - b. Mikroba
 - c. Kutu kayu
 - d. Cahaya matahari
4. Yang **bukan** merupakan tipe ekosistem secara umum, adalah:
 - a. Ekosistem Akuatik (Air)
 - b. Ekosistem Terrestrial (Darat)
 - c. Ekosistem Buatan
 - d. Ekosistem Udara
5. *Trophic level* pertama pada rantai makanan, disebut:
 - a. Konsumen primer
 - b. Konsumen sekunder
 - c. Konsumen predator
 - d. Produsen primer

Tugas

Jawablah pertanyaan dibawah ini yang bersumber dari modul dan jurnal yang saudara baca sebelumnya:

1. Latar belakang dari penelitian tersebut.
2. Tujuan dari penelitian tersebut.

3. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut.
4. Hasil dari penelitian tersebut.
5. Manfaat dari hasil penelitian tersebut.

Daftar Pustaka

- Anshori. Djoko Martono, 2009, Biologi 1: Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) - Madrasah Aliyah (MA) Kelas X, Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, ISBN 978-979-068-129-3
- Aryulina D. *et al*, 2004, Biologi SMA Untuk Kelas X, Jakarta: Esis, Hlm. 211-215
- Briand. F, Cohen. J. E., 1987, Environmental correlates of food chain length, *Science* (4829): 956–960
- Hutagalung. RA, 2010, Ekologi Dasar, Jakarta, Hlm: 20-27
- Campbell NA. Reece JB, 2009, *Biology*, USA: Pearson Benjamin Cummings, Page 415-419
- ITB, 2004, Ekosistem sebagai lingkungan hidup manusi, Diakses pada 10 September 2018
- Kistinnah. Endang Sri Lestari, 2009, Biologi 1: Makhluk Hidup dan Lingkungannya Untuk SMA/MA Kelas X, Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, ISBN 978-979-068-129-3
- Odum. E.P., Barrett. G.W., 2005, *Fundamentals of Ecology*, Brooks/Cole, Hlm. 598. ISBN: 978-0-534-42066-6
- Vander Zanden. M.J., B.J. Shuter, Lester. N., Rasmussen. J.B., 1999, Patterns of food chain length in lakes: A stable isotope study, *The American Naturalist* 154 (4): 406–416
- _____, 2000, Susunan dan Macam Ekosistem, Diakses pada 10 September 2018