

BAB I

PENDAHULUAN

1. Apakah Ekologi Itu ?

Kata Yunani "*oikos*" berarti rumah atau tempat hidup. Dari *oikos* muncul kata ekonomi yang boleh diartikan "pengelolaan finansial tempat hidup", dan ekologi "pengelolaan lingkungan tempat hidup". Istilah ekologi sudah dipakai pada tahun 1869 oleh Ernest Haeckel, seorang ahli Biologi Jerman untuk menanamkan suatu cabang biologi, yaitu ilmu yang mempelajari makhluk hidup dalam kesatuannya dengan tempat hidupnya.

Sekarang kita jumpai bermacam-macam definisi untuk ekologi, antara lain yang berbunyi, "ilmu tentang pola hubungan antara organisme dan lingkungannya", "ilmu tentang interaksi antara sistem-sistem kehidupan dan lingkungannya", dan yang paling singkat ialah, "biologi lingkungan".

Tiap makhluk hidup dikelilingi bahan-bahan dan kekuatan-kekuatan yang membentuk lingkungannya dimana ia memperoleh kebutuhan-kebutuhan untuk hidup, bertumbuh dan berkembang biak. Lingkungan merupakan sumber energi, sumber materi, dan tempat untuk membuang kotoran-kotoran yang tidak dibutuhkannya lagi. Hidupnya sangat tergantung dari lingkungan, ia harus dapat beradaptasi, bahkan tubuhnya mengalami perubahan-perubahan dari pengaruh lingkungan; juga tingkah laku dan watak tidak luput dari pengaruh tersebut.

Sebaliknya tempat tinggal dipengaruhi oleh makhluk-makhluk yang menghuninya. Lingkungan dapat berubah karenanya, hasil buangan yang berupa kotoran, cairan gas, dan bangkai menjalankan perubahan komposisi kimia lingkungan, yang bersifat merusak atau membangun.

2. Cabang-cabang Ekologi

Ekologi dapat dibagi menjadi dua cabang, "autekologi" dan "synekologi". Autekologi berkecimpung dalam studi organisme atau spesies secara individual, dan synekologi mempelajari kelompok-kelompok organisme yang tergabung sebagai unit. Apabila kita mempelajari pohon kruing misalnya dalam hubungan dengan

lingkungannya maka autokologi-lah ilmunya, tetapi jika yang menjadi sasaran penelitian hutan dimana pohon kuing itu hidup, maka pendekatannya dengan synekologi.

Pembagian dalam biologi biasanya menurut garis taksonomi, ada ekologi tumbuhan, ekologi insketa, ekologi mikroba, ekologi vertebrata dan sebagainya. Ada pula pembagian lain yang dibuat menurut lingkungan, seperti ekologi air tawar, ekologi laut, ekologi daratan, dan juga sub-subnya dari lingkungan-lingkungan tersebut.

Untuk keperluan yang lebih praktis ada pembagian sebagai berikut, ekologi sumber-daya alam, ekologi pencemaran, ekologi ruang perjalanan, ekologi sosial. Dalam buku ini, tekanan lebih diletakkan pada pembagian yang terakhir.

3. Ekosistem

Lingkungan fisik suatu daerah dihuni organisma secara individu dan secara komunitas. Organisma-organisma saling berinteraksi, dan juga berinteraksi dengan unsur-unsur fisik yang ada dikelilingnya. Jadi organisma-organisma dan komponen-komponen fisik lingkungan membentuk komplek ekologi, atau sistem ekologi, atau yang sering dikatakan dengan istilah ekosistem.

Komponen yang hidup, tumbuhan dan hewan, membentuk lingkungan biotik, sedang komponen-komponen fisik merupakan lingkungan abiotik.

Lingkungan biotik terdiri dari organisma-organisma yang hidup secara individu dan secara kelompok. Seluruh individu sejenis yang terdapat disuatu tempat pada saat tertentu disebut populasi, seperti populasi pohon jati, populasi tikus, populasi kera dan sebagainya. Adapun semua populasi yang berinteraksi disuatu tempat disebut komunitas, seperti komunitas hutan bakau di pantai-pantai, komunitas hutan jati, komunitas paang alang-alang, komunitas danau. Komunitas daratan yang paling besar disebut biome. Biome-biome utama di permukaan bumi ialah tundra, hutan pohon jarum, steppa, hutan hujan tropik dan lain-lain.

Bagian-bagian yang mengisi ekosistem dapat dibagi sebagai berikut:

- a. Bahan – bahan anorganik seperti C, N, CO₂, H₂O dan lain-lain.
- b. Persenyawaan organik seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, humus dan lain-lain.

- c. Unsur kimia dan cuaca seperti temperatur, kelembaban, tekanan udara, dan lain-lain.
- d. Organisma produsen yang mampu memproduksi bahan makanan.
- e. Organisma konsumen yang makan makhluk lain atau hasil produksinya.

Organisme produsen merupakan komponen ototrofik, yaitu makhluk yang mampu menyediakan makanan bagi dirinya sendiri, sedang yang lain ialah heterotrofik, yang mendapat makanan dari pihak lain. Produsen mampu membuat makanan sendiri berkat zat hijau daun (*chlorofil*) yang ada padanya. Dalam zat hijau daun pada waktu siang hari terjadi proses fotosintesa atau asimilasi asam arang. Dalam proses fotosintesa berlangsung persenyawaan antara air yang terambil dari tanah dan asam arang atau CO₂ dari udara ditambah energi matahari menjadi karbohidrat dan oksigen atau O₂. Kemudian karbohidrat diubah menjadi bahan-bahan lain seperti lemak, protein, vitamin dan lain-lain dengan menambah mineral-mineral yang diambil dari tanah. Bahan – bahan tersebut diperlukan untuk hidupnya sendiri, juga untuk kehidupan makhluk-makhluk lain, makhluk konsumen.

4. Homeostasi

Komponen – komponen dalam ekosistem saling berinteraksi, ada yang bersifat netral, ada yang bertentangan, ada yang bekerja sama, ada yang menyesuaikan diri, ada yang melindungi diri, ada yang menguasai, tetapi akhirnya antara kekuatan-kekuatan tersebut tercapai keseimbangan, dan keadaan seolah-olah tidak akan berubah lagi. Dikatakan bahwa ekosistem dalam keadaan homeostasi; yaitu keadaan yang menunjukkan bahwa sistem tersebut mempunyai kecenderungan melawan perubahan dan memelihara keseimbangan. Homeo atau homo berarti sama, dan stasi berarti kedudukan.

Seperti halnya dengan organisma atau populasi, ekosistem mempunyai kemampuan untuk mengatur dan memulihkan diri apabila ada gangguan-gangguan yang mengubahnya. Siapa yang mengerjakan dan bagaimana mengerjakannya, sehingga pengelolaan lingkungan menghasilkan sistem yang homeostasi? Ini sangat penting untuk diketahui guna menjaga kelestarian lingkungan.

Pengelolaan yang semula dilakukan alam, sekarang banyak diambil alih manusia, dan manusia belum menemukan mekanisme buatan yang tepat, sehingga ekosistem sering menjadi tidak seimbang. Ketidak seimbangan dapat membawa keadaan lingkungan ke situasi

kritik yang merugikan segala pihak, baik yang fisik maupun yang organik, termasuk manusia sendiri yang memasukkan mekanisme buatannya.

Ekosistem tidak selalu dalam keadaan stabil, adakalanya terjadi intervensi yang menyebabkan sistem bergeser ke suatu arah, tetapi akhirnya akan bergeser kembali dengan arah yang berlawanan. Pada umumnya suatu ekosistem tidak merupakan sistem yang tertutup, sehingga perubahan atau gangguan dari luar ataupun dari dalam dapat datang membawa selingan dalam keseimbangan. Ini dapat berupa migrasi organisme atau spesies, kebakaran, banjir, tanah longsor, hujan abu, kekeringan, dan gangguan-gangguan yang berasal dari manusia. Gangguan-gangguan tersebut menimbulkan guncangan, tetapi kemudian sistem akan pulih kembali asalkan guncangan tidak melampaui batas toleransi.

Suatu contoh misalnya populasi harimau yang mendiami daerah tertutup karena dikelilingi dinding pegunungan terjal; hewan keluar masuk sangat terbatas. Terjadilah musim kering panjang yang merusak rerumputan yang mengakibatkan pemakan rumput kekurangan tenaga. Herbivora tersebut, yang merupakan konsumsi harimau, mudah diterkam harimau dan sangat berkurangnya jumlahnya. Tahun berikutnya curah hujan cukup besar, rerumputan tumbuh lebat karena pemakan rumput tinggal sedikit. Herbivora pemakan rumput yang tinggal hanya yang lincah-lincah sehingga harimau sulit mendapatkan mangsa. Harimau yang mati kelaparan makin banyak sehingga populasinya berkurang, sehingga akhirnya terjadi keseimbangan lagi antara populasi pemakan rumput dan populasi harimau.

Contoh lain tentang penggunaan tanah hutan di Kalimantan dan Sumatra. Orang mengenal sistem pertanian yang berpindah-pindah atau yang juga disebut pertanian sistem ladang. Caranya dengan menebang dan membakar hutan. Tanah hutan yang telah terbuka digarap untuk bercocok tanam. Tanaman hidup subur karena tanah banyak mengandung humus yang terbentuk oleh hutan. Tetapi selama 4 atau 5 tahun tanah menjadi kurang subur, karena humus sudah sangat berkurang, sehingga dicari hutan bagian lain untuk dikerjakan sebagai daerah bercocok tanam. Ladang yang ditinggalkan, karena masih mengandung kesuburan dalam tanahnya meskipun tidak banyak, lambat laun ditumbuhi pepohonan seperti yang ada disekitarnya, makin lama makin besar dan makin lebat dan akhirnya setelah 20 atau 30 tahun pulih menjadi hutan lagi.

Dengan meningkatnya jumlah penduduk manusia, kaangkadang hutan yang belum pulih sungguh-sungguh, sudah dikerjakan lagi untuk pertanian, dan penggunaannya melampaui batas toleransi, sehingga kesuburan tanah boleh dikatakan sudah habis. Setelah ladang ditinggalkan pepohonan tidak mampu tumbuh, yang dapat tumbuh hanyalah alang-alang saja, sejenis rerumputan yang sanggup hidup pada tanah yang sangat kurus. Dengan demikian ekosistem hutan berganti menjadi ekosistem padang alang-alang, dengan komposisi komponen-komponen yang berbeda.

5. Sukses dan Klimak

Meskipun banyak intervensi yang melanda lingkungan, selalu diusahakan agar upaya kelestarian lingkungan tetap terpelihara. Lestari berarti "*survive*" atau bertahan hidup dalam berbagai percobaan dan percobaan. Maksudnya ialah bahwa lingkungan tidak menjadi hancur, sehingga semua tidak mengalami kerugian, terutama manusia.

Lingkungan yang lestari tidak berarti bahwa tidak boleh ada perubahan-perubahan yang terjadi dalam ekosistem. Perubahan sistem boleh saja berlangsung asal tidak menghancurkan, dan perubahan-perubahan atau pergantian-pergantian sistem berlangsung dalam lingkungan, baik tanpa campur-tangan maupun dengan campur-tangan manusia. Evolusi ekosistem ini disebut "*successi*" ekologi. Sukses dapat didefinisikan menurut tiga parameter sebagai berikut:

- a. Sukses adalah perkembangan komunitas yang teratur yang menyangkut perubahan susunan spesies dan proses-proses komunitas.
- b. Sukses disebabkan oleh perubahan-perubahan fisik akibat pengaruh pekerjaan komunitas.
- c. Sukses mencapai puncak pada waktu terjadi ekosistem stabil dengan biomassa dan fungsi simbiotik antar organisme maksimum.

Seluruh urutan komunitas yang saling mengganti disebut sere, dan komunitasnya itu sendiri dinamakan tingkatan seral atau tingkatan perkembangan, atau tingkatan pelopor. Adapun ekosistem terminal stabil yang tidak akan terganti lagi disebut klimak, yang berarti punak. Klimak tersebut misalnya ekosistem hutan hujan tropik, ekosistem hutan musim, ekosistem steppa, ekosistem gurun kering, ekosistem tundra dan sebagainya.

Pergantian spesies terjadi karena penghuni lingkungan biasanya mempunyai kegiatan yang mengakibatkan perubahan-perubahan pada lingkungan fisik. Dan lingkungan fisik yang telah berubah tersebut lebih cocok dengan organisma lain untuk memperoleh keseimbangan antara komponen-komponen yang biotik dan yang abiotik. Dengan demikian organisma lain tersebut berkembang mengganti spesies yang mendahuluinya.

Suatu contoh misalnya lereng gunung yang pada waktu tertentu mengalami bencana meletusnya gunung berapi. Lereng tersebut tertutup sama sekali dengan bahan-bahan vulkanik hasil letusan. Tidak ada tumbuhan yang tumbuh pada batuan yang masih baru tersebut karena mineral-mineral batuan yang dibutuhkan untuk hidup tumbuhan belum terurai.

Lama kelamaan mulai ada yang tumbuh, karena batuan sudah mulai lapuk oleh cuaca. Yang mulai dapat mendiami hanyalah tumbuhan yang dapat menyesuaikan dengan batuan vulkanik yang masih muda tersebut seperti sebangsa ganggang, cendawan dan lumut. Inilah yang disebut organisma-organisma pelopor atau pionir. Bersama-sama dengan unsur-unsur iklim dan cuaca makhluk-makhluk tersebut menjalankan pelapukan dan perubahan-perubahan kepada bantaun dan unsur-unsur fisik lainnya, sehingga membentuk lingkungan fisik yang lebih cocok bagi tumbuhan pelopor jenis lainnya. Dengan demikian jenis yang lain tersebut menggantikan tumbuhan sebelumnya yang kurang cocok lagi dengan situasi yang baru. Proses suksesi berjalan terus dan akhirnya sampai paa klimak, yaitu komunitas hutan. Dimana-mana ada hutan, sebelum manusia mengubahnya karena hutan merupakan komunitas terminal untuk bagian-bagian tertentu di permukaan bumi.

Sesudah spesies manusia homosapien muncul dan ikut dalam kancan interaksi, banyak sistem yang telah mencapai kestabilan terminal, mengalami perubahan lagi. Hutan berubah menjadi lingkungan buatan, sistem bercocok tanam atau pertanian, kemudian berganti lagi menjadi lingkungan tempat tinggal manusia atau sistem pedesaan, lalu menjadi sistem kota, sistem metropolis, sistem megapolis, dan seterusnya.

6. Habitat dan Nicia

Kata habitat dan nicia (*niche*) sering dijumpai pada halaman, buku ekologi. Ada buku-buku yang membaurkan pemakaian dua kata

tersebut sebagai sinonim. Sesungguhnya ada perbedaan arti meskipun ada kaitannya yang erat.

Istilah habitat digunakan dalam berbagai bidang, tidak hanya terbatas dalam ekologi, pada umumnya diartikan tempat hidup suatu organisme. Misalnya habitat belut ialah tanah persawahan, habitat pohon bakau ialah daerah pasang surut tropik, habitat harimau ialah hutan musim.

Habitat sering digunakan pula untuk mengatakan tempat yang dihuni seluruh komunitas, misalnya habitat komunitas sabana di Indonesia terdapat di bagian-bagian pulau Nusa-Tenggara, habitat hutan hujan tropik di Indonesia terdapat di Irian Jaya, Kalimantan dan Sumatra.

Habitat suatu organisasi atau suatu populasi ialah organisme-organisme lainnya dan lingkungan abiotiknya, sedang habitat komunitas dengan sendirinya lingkungan abiotiknya. Jadi sekelompok kera yang hidup di dalam hutan mempunyai habitat berupa hewan-hewan dan tumbuhan yang ada disekitarnya dan lingkungan abiotiknya, udara, air, tanah, temperatur, cahaya dan lain-lain.

Nicia atau nisia ekologi merupakan hal baru yang hanya dijumpai di dalam bidang ekologi. Nisia berupa lingkungan fisik, tetapi juga ditunjukkan peranan fungsinya terhadap komunitas, misalnya kedudukannya sebagai penunjang bahan makanan. Di samping itu posisinya dalam lingkungan, yang berhubungan dengan temperatur, kelembaban, tanah dan lain-lain. Tiga segi nisia ekologi tersebut dapat pula dinyatakan dengan nisia habitat, nisia trofik dan nisia multidimensional atau hipervolume.

Nisia ekologi suatu organisme adalah tertentu, menurut tempat organisme hidup, menurut apa yang dikerjakan organisme, dan menurut apa yang dikerjakan oleh pihak-pihak lain, biotik dan abiotik, terhadap organisme tersebut. Pengetahuan tentang nisia banyak manfaatnya dalam mempelajari perkembangan lingkungan.

7. Interaksi Spesies

Organisma-organisma lain tentu ada di dalam, situasi natural, dan merupakan bagian yang melengkapi lingkungan. Mereka sangat penting karena dapat menyediakan bahan makanan, menjadi tempat berteduh atau berlindung, dan melengkapi kebutuhan-kebutuhan lain. Sebaliknya diantaranya tentu ada yang merupakan tetangga yang tidak diinginkan.

Interaksi yang bermacam-macam dapat dibagi dalam dua golongan utama, yaitu simbiosis dan antagonisma. Di dalam golongan pertama, kedua belah pihak tidak ada yang dirugikan, dan salah satu atau kedua-duanya mendapat keuntungan, sedang dalam golongan yang kedua salah satu pihak dirugikan.

Simbiosis berarti hidup berdampingan. Pada simbiosis mutualisme kedua organisme saling diuntungkan. Pertumbuhan dan survivalnya diuntungkan karenanya, dan dalam keadaan wajar organisme tidak dapat lestari apabila terpisahkan dari pasangannya. Plankton-plankton, makhluk tumbuhan atau hewan yang hidup melayang-layang di dalam air banyak yang merupakan mutualisme. Tumbuhan leguminosa, yaitu yang berbunga polong juga menjalankan simbiosis semacam, dengan bakteri zat-lemas yang mengumpul di akar. Bakteri mendapat karbohidrat dan bahan lain, sebaliknya bakteri mengikat gas nitrogen dari udara, dan diberikan kepada induk-semanganya.

Pada simbiosis komensalisme satu pihak yang diuntungkan sedang yang lain tidak mendapat dan tidak menderita apa-apa. Termasuk ini ialah tumbuhan epifit yang hidup pada tumbuhan lain, seperti anggrek, lumut pohon, dan tumbuhan lain yang bergantung di dahan-dahan pohon, dan juga hewan-hewan yang hidup di pepohonan seperti katak pohon dan sebagainya. Tumbuhan atau hewan tersebut tidak mengisap makanan dari pasangannya, hanya numpang tempat tinggal.

Yang termasuk kategori interaksi antagonistik ialah antibiosis, eksploitasi dan kompetisi. Organisme mengeluarkan bermacam-macam bahan dari hasil metabolismenya. Karbon dioksida atau asam organik hasil metabolisme, yang memenuhi suatu lingkungan, sering menghambat makhluk lain untuk melangsungkan hidup. Ada kalanya ada bahan produksi khusus yang sangat antagonistik terhadap spesies lain. Cendawan seringkali mengeluarkan bahan-bahan semacam itu, seperti penicillin, streptomycin, aureomicin, ialah bahan antibiotik yang dapat membunuh bakteri-bakteri tertentu.

Eksploitasi dilakukan oleh organisme predator dan parasit. Predator merampok makhluk lain untuk dikonsumsi. Termasuk golongan ini ialah pemakan makhluk lain, seperti sapi, harimau dan manusia. Parasit relatif kecil dibandingkan dengan makhluk lain yang dieksploitasi, hidupnya dengan mengambil bahan makanan dari induk semanganya. Memang kadang-kadang tidak terlihat batas yang tegas antara parasitisme dan komensalisme. Contoh parasit misalnya benalu

yang menempel pada pohon, taliputri yang hinggap pada dedaunan, cacing yang hidup dalam makhluk lain.

Kompetisi atau persaingan ada dua macam, yaitu tipe persaingan yang langsung bertindak terhadap organisme lain, dan tipe lain yang didorong untuk memenuhi kebutuhan sumber daya hidup, lebih-lebih apabila persediaan sumber daya kurang. Misalnya persaingan untuk memperoleh cahaya, air dan bahan makanan. Apabila kedua belah pihak sama sekali tidak saling mempengaruhi, maka mereka tidak menjalankan interaksi, mereka mengikuti netralisme.

Menurut Darwin, kompetisi memegang peranan utama di dalam evolusi kehidupan. Karena semua organisme berkompetisi untuk mendapatkan makanan, maka berakibat perubahan kehidupan kearah kemajuan. Ini dituangkannya di dalam hukum seleksi natural sebagai berikut:

- a. Semua makhluk berjuang untuk hidup
- b. Yang lestari ialah yang paling kuat

Karena yang tertinggal hidup yang paling kuat, maka yang paling kuat inilah yang meneruskan kehidupan, sehingga spesies-spesies yang menggantikan makin lama makin baik.

Sesungguhnya yang lestari dan meneruskan perkembangan juga mereka yang dapat berkerjasama, bersimbiosa. Jadi kompetisi dan kooperasi memegang peranan penting dalam sejarah perkembangan hidup, dan inipun berlaku paa masyarakat manusia.

8. Pengaruh Lingkungan Fisik kepada Organisma

Lingkungan fisik sudah ada sebelum organisme pertama muncul di bumi. Maka setengah orang beranggapan bahwa organisme merupakan produk faktor-faktor fisik.

Unsur-unsur fisik atau kimia diperlukan untuk hidup, melangsungkan hidup dan berbiak. Tiap spesies mempunyai kebutuhan hidup yang berbeda dengan yang lain. Hidupnya tergantung dari makhluk-makhluk lain dan dari faktor-faktor fisik yang ada disekitarnya. Lingkungan mengarahkan perkembangan hidupnya. Suatu spesies yang anggota-anggotanya kemudian berpencaran dan menempati lingkungan yang berbeda, akhirnya berkembang menjadi berbeda, dalam bentuk, watak dan tingkah lakunya, akibat perbedaan lingkungan yang menopang dna mengarahkan perkembangan.

Hidup dan berkembangnya organisme atau kelompok organisme tergantung dari keadaan-keadaan yang sangat kompleks. Ada keadaan-keadaan yang membatasi eksistensinya, yang disebut keadaan atau faktor pembatas. Air misalnya dibutuhkan oleh setiap organisme, dan ada jumlah air tertentu minimum yang diperlukan untuk dapat bertahan hidup. Karena organisme pada umumnya dikuasai lingkungan fisik, dan tidak dapat mengubah faktor-faktor fisik yang bekerja padanya, yang kadang-kadang merupakan faktor pembatas, maka organisme sangat ditentukan oleh lingkungan. Yang terutama dapat bertindak sebagai pembatas ialah, temperatur, radiasi, air, kelembaban, gas-gas dalam udara, air dan tekanan, tanah.

9. Apakah Manusia Juga Ditentukan Lingkungan?

Berkat kemajuan teknologi, banyak yang dapat dikuasai manusia. Faktor-faktor pembatas yang semula dirasa pengaruhnya dapat diatasi, sehingga pembatas-pembatas seolah-olah tidak ada.

Orang dapat hidup di kutub yang sangat dingin, dapat mengarungi ruang angkasa yang keadaannya merupakan faktor pembatas total. Orang cenderung untuk berkata bahwa ia tidak lagi ditentukan oleh lingkungan. Meskipun demikian menjelang tahun 2000 ini, orang sudah mulai ribut merasakan dan memikirkan kekuasaan faktor-faktor pembatas yang mulai melanda umat manusia. Kebutuhan-kebutuhan untuk hidup dan sarannya mulai diragukan, pencemaran-pencemaran mulai di luar toleransi.

Paham "determinisme" percaya bahwa faktor-faktor fisik memberi pengaruh fundamental kepada tempat tinggal dan tingkah laku manusia. Ciri-ciri kebudayaan dan kehidupan sosial diterangkan berdasarkan hubungannya dengan iklim, curah hujan, temperatur, tanah dan sebagainya. Bahkan sifat jasmaniah dan rohaniah diterangkan atas dasar pengaruh lingkungan fisik. Yang menjadi tokoh paham determinisme seorang ahli antropogeografi Jerman dari abad 19, bernama Friedrich Ratzel.

Orang-orang yang mengadopsi paham "*possibilisme*" tidak setuju bahwa manusia ditentukan oleh faktor-faktor alam. Faktor alam tidak menentukan melainkan membatasi. Dalam batas-batas itu manusia mempunyai kemungkinan-kemungkinan usaha dalam, aktivitas kehidupannya. Pendiri paham tersebut Paul Vidal de la Blache, ahli geografi-sosial Perancis.

Sesungguhnya antara *possibilisme* dan *determinisme* tidak ada pertentangan keras. Pada hakekat *possibilisme* merupakan perpaduan

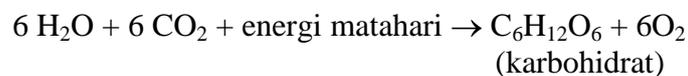
determinisme dengan kemauan bebas manusia. Kemauan manusia ingin menaklukkan segala-galanya, seolah-olah tidak ada yang mampu menghalang-halangi. Tetapi kita tahu bahwa keadaan fisik, baik lingkungan dan jasmaniahnya sendiri menjadi pembatas.

10. Pengaruh Organisme Kepada Lingkungan Fisik

Untuk keperluan hidup, organisme mengambil unsur-unsur dari tempat sekitarnya, dan sebaliknya ia memberi kepada lingkungannya bahan-bahan organik sebagai bahan buangan, dan juga tubuhnya sendiri nanti setelah mati. Kegiatan tersebut menimbulkan perubahan-perubahan kepada lingkungan fisik, yang bersifat konstruktif dan destruktif.

Komposisi udara seperti sekarang ini sebagian besar hasil campur tangan organisme. Sebelum ada kehidupan, O₂ (oksigen) didalam udara relatif sedikit, dan CO₂ (asam arang) relatif banyak. Setelah tumbuhan muncul di dalam alam fisik, mulailah proses fotosintesa dalam zat hijau daunnya untuk menyadap energi matahari dan membuat bahan makanan. Dalam proses tersebut diambil CO₂ dari udara dan dibuang O₂, ke dalam udara. Dengan demikian CO₂ dalam udara berkurang dan O₂ bertambah.

Proses fotosintesa



Carbon (C) atau zat arang yang semula terikat di dalam, CO₂ kemudian terikat di dalam karbohidrat, dan selanjutnya di dalam bahan-bahan tubuh organisme. Apabila tumbuhan tersebut mati, bangkainya kemudian tertimbun di dalam lapisan-lapisan kulit bumi, bahan – bahan karbon atau yang mengandung karbon. Jadi tetumbuhan mampu menambah lingkungan fisik kulit bumi dengan lapisan-lapisan baru.

Karang laut atau karang pantai yang begitu banyak dan tebal-tebal merupakan hasil bangunan binatang karang yang hidup di laut. Air laut mengandung zat kapur, diambil hewan tersebut untuk membuat rumahnya dan akhirnya ditinggalkan, yang mewujudkan bentukan-bentukan mengagumkan. Apabila dasar laut terangkat karena gaya dalam dari bumi, timbunan bahan kapur tersebut berupa pegunungan-pegunungan kapur.

Organisma menimbulkan kerusakan-kerusakan kepada lingkungan. Tumbuhan dengan akarnya yang makin membesar dapat membelah batuan. Cairan-cairan yang dikeluarkan, juga hasil dekomposisi tubuhnya yang bersifat asam, mudah melapukkan batuan yang dikenainya. Batu-batu menjadi hancur karena dihinggapi cendawan. Apalagi dengan munculnya manusia modern, maka lingkungan fisik mengalami banyak penderitaan oleh tingkah-lakunya.

11. Daya atau Energi

Daya ialah sesuatu yang memberi kemampuan untuk menjalankan kerja. Orang yang belum makan tidak mampu menjalankan pekerjaan yang berat-berat. Orang yang bertapa tidak perlu makan, karena ia hampir tidak berbuat apa-apa. Organisma yang lamban jumlah makanannya sedikit dibandingkan yang gesit dan lincah. Makanan merupakan sumber energi semua makhluk, disamping sebagai sumber keperluan-keperluan lain.

Alam semesta penuh dengan energi yang mengejaukan dalam berbagai bentuk seperti, cahaya dan radiasi-radiasi lain, panas, daya kinetik (gerak), daya potensial (posisi), daya kimia dan lain-lain. Dari mana asal mula energi tersebut tidak dapat diberi keterangan pasti, dan orang berpendapat bahwa energi dan materi mempunyai hubungan erat di dalam kerangka alam semesta ini.

Energi dapat mengalami transformasi ke bentuk lain, cahaya ke panas, panas ke gerak, gerak ke listrik, dan seterusnya. Di dalam perubahan-perubahan tersebut pada hakekatnya tidak ada yang hilang, meskipun tampaknya berkurang, seperti yang dikatakan hukum utama termodinamika tentang kekekalan energi.

”Di dalam seluruh proses di alam semesta, jumlah seluruh energi tetap”.

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Dalam kenyataan tampak bahwa pada transformasi energi, misalnya dari panas ke gerak, tidak seluruh panas berubah menjadi gerak, ada sebagian yang seolah-olah hilang. Akan tetapi sesungguhnya tidak hilang melainkan berubah ke bentuk-bentuk lain yang tidak teramati,

misalnya memancar, memanaskan benda-benda lain, dan sebagainya. Dan ini dikukuhkan dengan hukum kedua yang berbunyi.

”Tidak ada proses transformasi energi dari suatu bentuk ke bentuk lain berlangsung sempurna, tanpa ada degradasi energi”.

Pada setiap transformasi tentu ada pengurangan, seolah-olah hilang, tertampung ke dalam bentuk lain di dalam alam semesta. Transformasi terjadi di dalam ekosistem, terselubung pada proses-proses biotik dan abiotik. Apa yang terjadi dengan energi yang tersimpan di dalam bahan makanan waktu memasuki tubuh organisme? Di dalam seekor hewan misalnya, makanan mengalami penguraian dan energi lepas, yang digunakan untuk berbagi keperluan sebagai berikut:

1. Ada sebagian lepas tak terpakai
2. Ada yang terpakai untuk pembiakan dan pembentukan materi bahan hidup.
3. Ada yang diambil parasit yang menyadap makanan dari padanya.
4. Ada yang terikat dengan bahan untuk pertumbuhan dan pembiakan.
5. Ada yang tersimpan di dalam lemak sebagai cadangan energi.
6. Ada yang untuk tubuh dan berkembang biak.
7. Ada yang sebagai bahan bakar untuk berbagai kegiatan dan untuk menjalankan metabolisme dasar.

Boleh dikatakan bahwa hampir semua energi yang mengalir di bumi bersumber pada matahari. Ada pula sumber energi yang berasal dari tubuh bumi, tetapi kalau diingat bahwa bumi itu sendiri berasal dari matahari, maka apa yang berasal dari bumi dapat juga dikatakan berasal dari matahari. Kehidupan yang ada di bumi ini berkat energi matahari.

Energi yang mengalir di dalam, ekosistem berlangsung lewat komponen-komponen biotik dan abiotik. Tumbuhan dengan proses fotosintesa menyadap energi matahari yang kemudian tersimpan di dalam berbagai bahan tubuhnya. Tumbuhan dimakan herbivora, dan energi mengalir ke dalam tubuh hewan tersebut tersimpan dalam berbagai bentuk herbivora dimakan karnivora, dan bangkai karnivora di konsumsi detritivora, yang telah mati terurai menjadi mineral bumi, yang pada waktunya nanti diambil oleh tumbuhan untuk melengkapi

kebutuhan hidupnya. Dalam kenyataan, aliran energi melalui bahan makanan ini sangat rumit, tidak sederhana seperti contoh di atas.

Energi matahari ada yang lewat unsur fisik juga, misalnya sinar matahari memanaskan air laut, air berubah menjadi uap naik ke atas sebagai energi kinetik berubah menjadi energi potensial, lalu berubah menjadi embun (cairan) jatuh sebagai hujan dan bergerak mengalir dalam sungai dan memutar turbin air, semuanya sebagai daya kinetik, yang kemudian dalam generator berubah menjadi daya listrik, yang dalam mampu diubah menjadi panas dan cahaya, dan seterusnya.

Pada aliran energi lewat rantai makanan dalam urutan organisma-organisma yang saling makan-memakan, banyaklah energi yang lepas. Pada tiap transformasi makanan tersebut 80 sampai 91% energi potensial lepas sebagai panas. Maka dari itu jumlah mata rantai tidak dapat banyak, biasanya terbatas sampai 4 atau 5 saja. Makin pendek rantai makanan, makin banyak energi yang tersadap.

Dalam ekosistem ada dua tipe rantai makanan, rantai makanan rerumputan, yaitu tumbuhan berhijau-daun, herbivora dan karnivora, dan rantai makanan detritus, bahan organik mati, mikro-organisma, pemakan detritus (rombakan bahan organik), dan predatornya. Di dalam ekosistem, rantai-rantai makanan yang ada tidak saling terpisah, melainkan merupakan jaringan kait-mengkait.

12. Materi

Materi ialah sesuatu yang ada di suatu tempat pada suatu waktu. Perwujudannya seperti berbeda-beda yang ada ini, batuan, air, udara, pepohonan dan sebagainya.

Menurut pendapat kuno, semua benda terdiri dari 4 macam materi asal, ialah api, air, tanah, dan udara. Unsur asal tersebut tidak dapat dipecah lagi menjadi komponen-komponen yang lebih kecil. Empat unsur tersebut diciptakan secara firlasafat, bukan atas kesimpulan pertimbangan ilmu kimia atau fisika.

Di dalam perkembangan ilmu pengetahuan, 4 unsur tersebut tidak dapat bertahan untuk disebut sebagai zat tunggal. Api bukan materi atau benda, melainkan gejala panas, atau gejala cahaya. Tanah

merupakan campuran berbagai unsur dan zat persenyawaan. Air terbentuk dari persenyawaan zat hidrogen dan oksigen. Udara merupakan bermacam-macam gas, antara lain yang banyak ialah gas nitrogen dan gas oksigen.

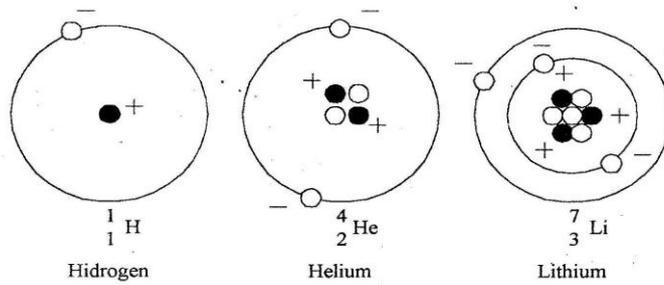
Menurut penelitian kimia dan fisika abad 19 dapat dibuat kesimpulan bahwa jumlah zat-tunggal atau unsur ada 96, meskipun pada waktu itu belum semuanya diketemukan. Sekarang dikatakan bahwa yang terdapat di bumi secara natural ada 88 macam dari 92, sedang yang 4 macam belum diketemukan, dengan nomor atom 43, 61, 85 dan 87. Di atas nomor 92 masih ada 12 buah, buatan manusia, sehingga seluruhnya ada 104 macam zat-tunggal.

Secara kimia, unsur-unsur tersebut tidak dapat dibagi lagi, tetapi secara fisika mereka masih dapat dibagi dalam bagian-bagian yang lebih kecil.

Seorang ahli filsafat Yunani kuno, Democritus, berpendapat bahwa semua benda di dunia terdiri dari bagian-bagian kecil yang tidak dapat dibagi lagi, disebut atom atau a-tomos yang artinya tidak terbagi. Atom digambarkannya sebagai blok-blok kecil dengan berbagai bentuk, tebal, tipis, bulat, segi-tiga dan sebagainya menurut macam bendanya. Karena ia mempunyai paham materialisme, maka roh manusia juga dibayangkan terdiri dari atom-atom roh, atom paling ringan berbentuk bulat dan berpijar. Istilah atom tersebut dipakai hingga sekarang untuk menyebutkan bagian unsur yang paling kecil, seperti atom hidrogen, atom nitrogen, atom oksigen, atom besi, atom emas, atom uranium, yang menurut pendapat sekarang ada 104 macam atom.

Secara fisik atom masih dapat dibagi. Atom dibayangkan dengan model tata-surya, ada inti dan ada bagian kecil yang mengelilingi inti. Inti atau nucleus mengandung muatan listrik positif, dan bagian-bagian yang mengelilingi, elektron, bermuatan listrik negatif. Inti atom biasanya terdiri dari 2 macam bagian, proton yang bermuatan listrik positif dan neutron yang netral. Jadi elektron, proton dan neutron membangun setiap atom; oleh karena itu disebut "batu-batu pembangun materi". Macam atom ditentukan oleh komposisi komponen-komponen tersebut di dalam atom. Massa atom boleh dikatakan ditentukan oleh massa intinya, karena elektron sangat kecil

dibandingkan dengan komponen yang lain. Massa proton dan neutron sama yaitu $1,66 \times 10^{-24}$ gram-massa, sedang massa elektron $9,51 \times 10^{-28}$ gram massa. Massa proton 1.838 kali massa elektron.



Gambar 1.1 Inti Atom dan Bagian Kecil yang Mengelilingi Inti