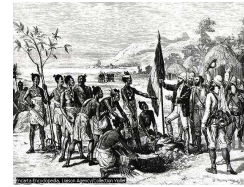


KESEIMBANGAN LINGKUNGAN

BBM4



Bahan Belajar Mandiri

PENDAHULUAN

Sebuah tatanan alam, berisikan pola-pola pengaturan antar komponen biotik, abiotik, dan kulture (budaya) serta dipengaruhi oleh intensitas matahari serta pola gravitasi bumi dan berbagai implikasinya, merupakan suatu sistem alam yang disebut Keseimbangan Lingkungan.

Integritas Keseimbangan Lingkungan dapat dibatasi oleh satu kesatuan batas-batas alam secara geografis dan ekologis. Batas-batas tersebut dapat berupa pegunungan, lembah, laut, danau, sungai-sungai, dengan perbedaan karakter geografis yang ekstrim akan menjadikan kondisi ekologi yang berbeda.

Dalam tatanan keseimbangan lingkungan akan terasakan adanya aliran energi melalui hutan-hutan, dan siklus nitrogen dan fosfor yang akan menentukan kekuatan bumi dalam menyangga kehidupan makhluk hidup dan interaksi di dalamnya. Keseimbangan lingkungan juga mempunyai sistem untuk daya pemeliharaan dan keberlanjutannya sendiri, kekuatan tersebut sangat dipengaruhi oleh seberapa besar aktivitas manusia mampu merubah tatanan suatu ekosistemnya.

Ruang lingkup dalam BBM 4 ini akan mengulas tentang bagaimana suatu keseimbangan lingkungan itu bekerja, dengan harapan bahwa kita dapat mempelajari bagaimana membangun sistem masyarakat dan pembangunan dari Keseimbangan Lingkungan ini.



Gb. 4.1. Keseimbangan Lingkungan

Secara umum BBM 4 tentang keseimbangan lingkungan ini menjelaskan bahwa Lingkungan dikatakan seimbang bila antara komponen biotik dan abiotiknya berada dalam komposisi yang proporsional dan stabil. Tentang keseimbangan lingkungan ini diuraikan tentang keadaan bumi termasuk didalamnya Bumi, Atmosfer, Hidrosfer, Litosfer, dan Biosfer serta masalah lingkungan.

Setelah mempelajari modul ini, secara khusus Anda diharapkan dapat:

- a. Menjelaskan Bumi, Atmosfer, Hidrosfer, Litosfer.
- b. Menjelaskan makna peranan dan Biosfer serta masalah lingkungan.

KB 1 : Materi tentang Bumi, Atmosfer, Hidrosfer, Litosfer.

KB 2 : Materi tentang makna peranan Biosfer serta masalah lingkungan.

Untuk membantu Anda dalam mempelajari BBM 3 ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari bahan belajar ini.
2. Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata-kata kunci dari kata-kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata tersebut dalam kamus yang Anda miliki.

3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
4. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk internet.
5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal-soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar ini.

Selamat belajar !

Tinjauan Mata Kuliah

Sebagai tempat berinteraksi antara manusia dan lingkungannya, bumi dipelajari terutama melalui disiplin *geologi*, *geomorfologi*. Sebagai bagian dari Jagat Raya, manusia dengan segenap kehidupan berada di dalamnya. Dalam mempelajari ekologi manusia, bumi perlu dikenali dalam kaitannya dengan keberadaan manusia dan seluk-beluk kehidupan itu secara keseluruhan (interaksi).

Bumi terbentuk bersamaan dengan terbentuknya seluruh sembilan Planet, yang usianya kira-kira setengah dari usia Matahari. Bumi berputar dengan kecepatan 23 jam 56 menit dan 4,09 detik dan putaran ini disebut satu hari. Dengan jarak 958 juta km dari matahari, bumi mengitari matahari selama 365 hari 8 jam 9 menit dan 9,54 detik, yang kita sebut satu tahun. Perputaran ini mengikuti gerak matahari mengitari inti Bimasakti dengan kecepatan 69.200 km per jam selama 225 juta tahun sekali putar.

Dilihat dari angkasa, bumi terlihat sebagai bulatan besar kebiruan oleh dominasi air, dengan bercak-bercak hijau, merah, dan putih di permukaannya. Kalau bulatan itu didekati nampak bahwa warna-warni itu ternyata adalah hutan, padang pasir, padang rumput, gunung, danau, lautan, pertanian dan permukaan desa dan kota. Setiap bercak mempunyai sifatnya sendiri dan dihuni oleh makhluk hidup sesuai dengan tipe iklim dan lingkungannya masing-masing.

Bagian bumi yang tertutup air lautan dengan air asin karena terlarutnya berbagai mineral di dalamnya, dan yang paling mudah dan banyak terlarut ($\pm 75\%$) adalah NaCl (garam), di samping itu juga terlarut Mg, Ca dan K.

KEGIATAN BELAJAR 1

BUMI; ATMOSFER, HIDROSFER, LITOSFER



Encarta Encyclopedia, Archive Photos/NASA/GSPC/NOAA/USGS/REUTERS
Bahan Belajar Mandiri

PENDAHULUAN

Bumi merupakan bulatan besar yang mengalami perubahan terus-menerus sejak waktu terbentuk. Berbagai faktor alam kebumihan (*alogenik*) sering kali terjadi di luar perhitungan manusia, seperti gempa bumi, letusan gunung api, erosi, longsor, petir, halilintar, tsunami, El-nino, La-nina dan sebagainya. Dinamika ini antara lain disebabkan oleh gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. tahun 1900

Di luar lempeng benua ini terdapat laut sedalam ± 5 km. Perubahan permukaan bumi terjadi karena pelapukan, erosi, gerakan massa dan adanya berbagai perubahan lain pada kerak bumi.

Pelapukan adalah terpecahnya batuan oleh air, es, bahan kimia, tumbuhan dan berubah-ubah suhu. Bila dilihat prosesnya, pelapukan dapat bersifat fisika dan kimia. Pelapukan fisika berupa penghancuran batuan secara fisik tanpa mengubah susunan kimianya. Pelapukan ini dapat disebabkan oleh pengaruh suhu, air, angin, cuaca dan *gletser* (es yang bergerak). Pelapukan kimia adalah perubahan susunan bahan kimia. Berlangsungnya pelapukan kimia memerlukan air. Pelapukan ini menyebabkan perubahan sebagian atau seluruh mineral menjadi mineral baru. Tanah yang dihasilkan akan mempunyai susunan yang sangat berbeda dengan susunan bahan induknya. Dengan perantaraan air pelapukan kimia terjadi oleh tumbuh-tumbuhan, hewan dan bahan yang terlarut. Kedua proses baik yang kimia maupun fisika biasanya berlangsung bersama-5

sama dan saling mempengaruhi satu sama lain sedemikian rupa, sehingga sukar dibedakan hasil pelapukannya. Adakalanya proses pelapukan yang satu lebih berpengaruh dari proses yang lain. Untuk tanah air kita, yang termasuk beriklim tropika basah, proses pelapukan kimia lebih berpengaruh daripada proses pelapukan fisika.

Erosi merupakan gabungan dari pelapukan dan perpindahan bahan lapuk. Air, angin dan gletser merupakan penyebab utama erosi. Ada dua macam erosi, ialah *erosi geologi* yang tak merugikan karena pengikisan tanah lebih lambat daripada pembentukan tanahnya, dan *erosi dipercepat* yang merusak karena proses pengikisan tanah lebih cepat daripada pembentukan tanahnya. Erosi oleh air membekaskan tiga macam bentuk, ialah erosi permukaan, yang terkikis hanya lapisan teratas yang tipis, tetapi jika terus-menerus sangat merugikan kesuburan tanah, ciri-cirinya warna lebih muda, bercak-bercak warna di permukaan tanah bekas aliran air di seluruh permukaan tanah yang keruh; erosi alur, pengikisan yang membentuk alur yang jelas tetapi dapat dihilangkan dengan penggarapan tanah biasa; dan erosi parit, pengikisan tanah membentuk parit-parit erosi yang dalam dengan bentuk V dan U, karena tergalinya tanah. Erosi oleh angin terutama hanya bersifat memindahkan permukaan tanah yang kerena sering dan lamanya dapat menghasilkan lapisan tanah yang tebal sekali. Gerakan massa terjadi, misalnya pada tanah longsor dan lumpur longsor. Perpindahan massa dapat juga berupa apa yang disebut gletser batuan yang terdiri atas es dan batuan yang bergerak perlahan dan apa saja yang dilewati akan tersapu.

Perubahan kerak bumi mencakup gempa dan letusan gunung berapi. Menurut teori *tektonika lempeng* kerak bumi dan lapisan atas mantel, yang bersama-sama membentuk litosfer, terdiri atas sekitar 20 lempeng tegar yang terus-menerus bergerak secara perlahan-lahan. Biasanya gempa dan lahirnya gunung api terjadi pada saat lempeng yang satu bergeser melewati atau menabrak lempeng yang lain. Teori lempeng tektonik ini menjelaskan bagaimana benua-benua itu hanyut karena terbawa oleh lempeng yang bergerak

dengan kecepatan 1,3-10 cm tiap tahun. Sebab gerakan yang tak terlalu jelas; mungkin karena terbawa gerakan batu yang dapat bergeser ke atas lempeng yang lain maka timbullah pegunungan. Demikianlah Pegunungan Himalaya terbentuk karena lempeng India bertabrakan dengan lempeng Eurasia. Bila lempeng terbenam ke dalam mantel setelah bertabrakan, akan terbentuklah samudera. Gunung api terbentuk bila batuan meleleh ketika lempeng bertabrakan dan lelehannya terbuang ke permukaan.

PENGANTAR

Bumi dipelajari terutama melalui disiplin *geologi dan geomorfologi*. Sebagai bagian dari Jagat Raya, manusia dengan segenap kehidupan berada di dalamnya. Dalam mempelajari ekologi manusia, bumi perlu dikenali dalam kaitannya dengan keberadaan manusia dan seluk-beluk kehidupan itu secara keseluruhan.

Bumi terbentuk bersamaan dengan terbentuknya seluruh sembilan Planet, yang usianya kira-kira setengah dari usia Matahari. Bumi berputar dengan kecepatan 23 jam 56 menit dan 4,09 detik dan putaran ini disebut satu hari. Dengan jarak 958 juta km dari matahari, bumi mengitari matahari selama 365 hari 8 jam 9 menit dan 9,54 detik, yang kita sebut satu tahun. Perputaran ini mengikuti gerak matahari mengitari inti Bimasakti dengan kecepatan 69.200 km per jam selama 225 juta tahun sekali putar.

Dilihat dari angkasa, bumi terlihat sebagai bulatan besar kebiruan oleh dominasi air, dengan bercak-bercak hijau, merah, dan putih di permukaannya. Kalau bulatan itu didekati nampak bahwa warna-warni itu ternyata adalah hutan, padang pasir, padang rumput, gunung, danau, lautan, pertanian dan permukaan desa dan kota. Setiap bercak mempunyai sifatnya sendiri dan dihuni oleh makhluk hidup sesuai dengan tipe iklim dan lingkungannya masing-masing.

Bagian bumi yang tertutup air lautan dengan air asin karena terlarutnya berbagai mineral di dalamnya, dan yang paling mudah dan banyak terlarut

($\pm 75\%$) adalah NaCl (garam), di samping itu juga terlarut Mg, Ca dan K. Air laut ini mengalami aliran yang menyerupai aliran sungai

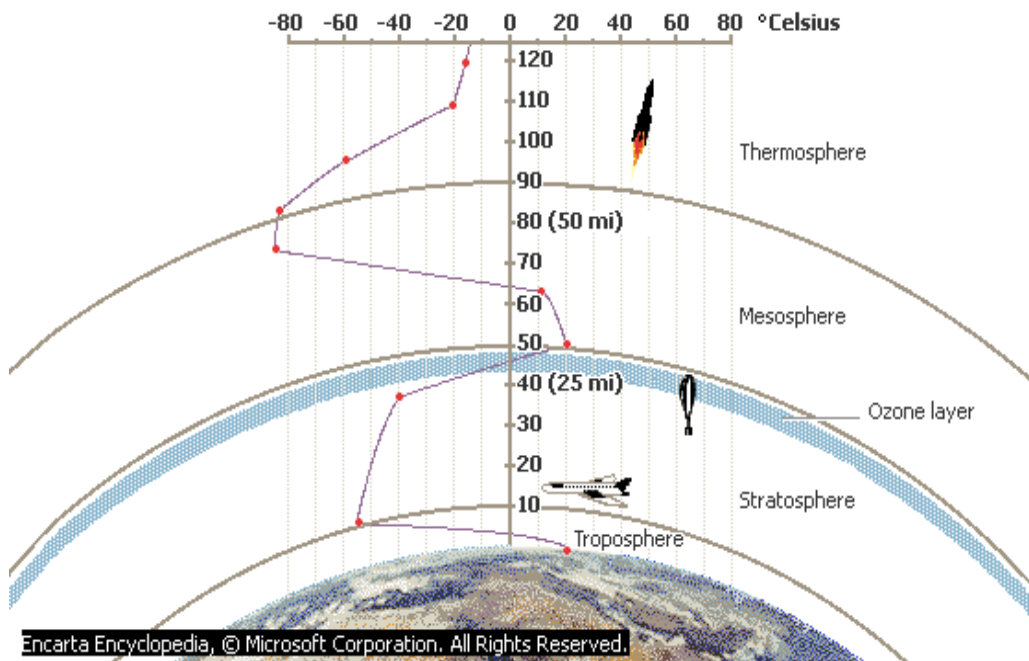
Bumi merupakan bulatan besar yang mengalami perubahan terus-menerus sejak waktu terbentuk. Berbagai faktor alam kebumihan (*alogenik*) sering kali terjadi di luar perhitungan manusia, seperti gempa bumi, letusan gunung api, erosi, longsor, petir, halilintar, tsunami, El-nino, La-nina dan sebagainya. Dinamika ini antara lain disebabkan oleh gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. Di luar lempeng benua ini terdapat laut sedalam ± 5 km. Perubahan permukaan bumi terjadi karena pelapukan, erosi, gerakan massa dan adanya berbagai perubahan lain pada kerak bumi.

Pelapukan adalah terpecahnya batuan oleh air, es, bahan kimia, tumbuhan dan berubah-ubah suhu. Bila dilihat prosesnya, pelapukan dapat bersifat fisika dan kimia. Pelapukan fisika berupa penghancuran batuan secara fisik tanpa mengubah susunan kimianya. Pelapukan ini dapat disebabkan oleh pengaruh suhu, air, angin, cuaca dan *gletser* (es yang bergerak). Pelapukan kimia adalah perubahan susunan bahan kimia. Berlangsungnya pelapukan kimia memerlukan air. Pelapukan ini menyebabkan perubahan sebagian atau seluruh mineral menjadi mineral baru. Tanah yang dihasilkan akan mempunyai susunan yang sangat berbeda dengan susunan bahan induknya. Dengan perantaraan air pelapukan kimia terjadi oleh tumbuh-tumbuhan, hewan dan bahan yang terlarut. Kedua proses baik yang kimia maupun fisika biasanya berlangsung bersamaan dan saling mempengaruhi satu sama lain sedemikian rupa, sehingga sukar dibedakan hasil pelapukannya. Adakalanya proses pelapukan yang satu lebih berpengaruh dari proses yang lain. Untuk tanah air kita, yang termasuk beriklim tropika basah, proses pelapukan kimia lebih berpengaruh daripada proses pelapukan fisika.

Erosi merupakan gabungan dari pelapukan dan perpindahan bahan lapuk. Air, angin dan gletser merupakan penyebab utama erosi. Ada dua macam erosi, ialah *erosi geologi* yang tak merugikan karena pengikisan tanah lebih

lambat daripada pembentukan tanahnya, dan *erosi dipercepat* yang merusak karena proses pengikisan tanah lebih cepat daripada pembentukan tanahnya. Erosi oleh air membekaskan tiga macam bentuk, ialah erosi permukaan, yang terkikis hanya lapisan teratas yang tipis, tetapi jika terus-menerus sangat merugikan kesuburan tanah, ciri-cirinya warna lebih muda, bercak-bercak warna di permukaan tanah bekas aliran air di seluruh permukaan tanah yang keruh; erosi alur, pengikisan yang membentuk alur yang jelas tetapi dapat dihilangkan dengan penggarapan tanah biasa; dan erosi parit, pengikisan tanah membentuk parit-parit erosi yang dalam dengan bentuk V dan U, karena tergalinya tanah. Erosi oleh angin terutama hanya bersifat memindahkan permukaan tanah yang kerena sering dan lamanya dapat menghasilkan lapisan tanah yang tebal sekali. Gerakan massa terjadi, misalnya pada tanah longsor dan lumpur longsor. Perpindahan massa dapat juga berupa apa yang disebut gletser batuan yang terdiri atas es dan batuan yang bergerak perlahan dan apa saja yang dilewati akan tersapu.

Perubahan kerak bumi mencakup gempa dan letusan gunung berapi. Menurut teori *tektonika lempeng* kerak bumi dan lapisan atas mantel, yang bersama-sama membentuk litosfer, terdiri atas sekitar 20 lempeng tegar yang terus-menerus bergerak secara perlahan-lahan. Biasanya gempa dan lahirnya gunung api terjadi pada saat lempeng yang satu bergeser melewati atau menabrak lempeng yang lain. Teori lempeng tektonik ini menjelaskan bagaimana benua-benua itu hanyut karena terbawa oleh lempeng yang bergerak dengan kecepatan 1,3-10 cm tiap tahun. Sebab gerakan yang tak terlalu jelas; mungkin karena terbawa gerakan batu yang dapat bergeser ke atas lempeng yang lain maka timbulah pegunungan. Demikianlah Pegunungan Himalaya terbentuk karena lempeng India bertabrakan dengan lempeng Eurasia. Bila lempeng terbenam ke dalam mantel setelah bertabrakan, akan terbentuklah samudera. Gunung api terbentuk bila batuan meleleh ketika lempeng bertabrakan dan lelehannya terbuang ke permukaan.



Gambar 4.2 Lapisan Atmosfer

1. Atmosfer

Atmosfer bumi merupakan media yang penting bagi kehidupan manusia beserta makhluk hidup lainnya. Di atmosfer terkandung gas-gas oksigen, nitrogen, karbon dioksida, helium dan gas lain dalam porsi yang relatif tidak berubah. Selain itu pada lapisan stratosfer terdapat lapisan ozon yang melindungi bumi dari radiasi gelombang pendek yang berasal dari matahari. Namun akibat pertumbuhan penduduk yang sedemikian pesat yang diikuti dengan meningkatnya aktifitas manusia, menyebabkan terjadinya pergeseran proporsi gas-gas di atmosfer yang menyebabkan berbagai dampak lingkungan di muka bumi ini.

Dampak dari perubahan atau pergeseran proporsi gas-gas di atmosfer tersebut menyebabkan sebuah fenomena pemanasan global juga akibat dari penipisan lapisan ozon-----perubahan iklim (*climate change*) ----- pergeseran musim, sebagai akibat dari hasil perkembangan budaya manusia yang sekarang berkembang dengan pesat yaitu dalam rangka meraih kehidupan yang lebih

nyaman dan mudah. Proses pembangunan yang telah lama dilakukan ini, tanpa disadari membawa dampak baik itu dampak positif maupun dampak negatif. Salah satu dampak negatif dari proses perkembangan zaman tersebut adalah munculnya ketidakseimbangan alam dalam mengelola dirinya, seperti alam sudah tidak mampu lagi menyerap CO₂ yang dikeluarkan dari alat transportasi, industri dll. CO₂ mempunyai peranan penting dalam kehidupan ini, karena CO₂ berperan sebagai selimut untuk menghangatkan, tetapi dengan perkembangan zaman kandungan CO₂ dalam atmosfer semakin tebal-----pemanasan global-----perubahan iklim-----pergeseran musim.

Dampak penipisan lapisan ozon antara lain meningkatnya intensitas sinar ultra violet yang mencapai permukaan Bumi dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan, seperti kanker kulit, katarak, dan penurunan daya tahan tubuh, dan bahkan terjadinya mutasi genetik. Menipisnya lapisan ozon mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan, keterbatasan sumber air bersih, kerusakan rantai makanan di laut, musnahnya ekosistem terumbu karang dan sumber daya laut lainnya, menurunnya hasil produksi pertanian yang dapat mengganggu ketahanan pangan, dan bencana alam lainnya.

Munculnya kembali penyakit mendunia seperti malaria dan TBC yang diakibatkan oleh pemanasan global. Nyamuk aedes aegypti sebagai vektor penyakit malaria dapat berpindah dan berkembang biak dari Afrika ke Eropa. Pemanasan global juga menyebabkan mencairnya lapisan es di Benua Antartika. Akibatnya, muka air laut global naik sampai 25 cm di akhir abad ke-20. Sehingga terjadi ketidakseimbangan iklim, dimana di suatu tempat terjadi bencana kekeringan, dan di tempat lainnya terjadi bencana banjir.

Adapun uraian mengenai proses terjadinya pemanasan global (*global warming*) ----- perubahan iklim (*climate change*) ----- pergeseran musim akan di bahas pada bagian tersendiri pada bab selanjutnya, karena memang isu tentang perubahan iklim serta dampaknya, tengah hangat dipermukaan, bahkan dibahan diberbagai negara, baik secara regional, nasional, bahkan internasional hingga sampai saat ini, bahkan.

Keseimbangan lingkungan tidak statis, artinya dapat terjadi penurunan dan kenaikan populasi tiap jenis tumbuhan dan hewan serta berbagai komponen abiotik.

Menurut hukum minimum Liebig, untuk dapat bertahan dan hidup dalam keadaan tertentu, suatu organisme harus memiliki bahan-bahan yang penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan berkembang biak.

Daya dukung lingkungan: kemampuan lingkungan dalam mendukung kehidupan berbagai makhluk hidup di dalamnya.

Daya lenting lingkungan: kemampuan lingkungan untuk pulih kembali pada keadaan seimbang jika mengalami perubahan atau gangguan.

Faktor perubahan keseimbangan lingkungan: faktor manusia, faktor alam, faktor pembatas (faktor yang mula-mula menghentikan pertumbuhan dan penyebaran dari organisme di suatu lingkungan).

Kegiatan manusia mengubah lingkungan dilakukan karena adanya kebutuhan hidup.

1) **industri primer**, industri yang mengupayakan kebutuhan dari alam secara langsung seperti pertanian.

2) **Industri sekunder**, industri yang mengolah industri primer spt industri makanan, tekstil, dll.

3) **Industri tersier**, industri yang menghasilkan jasa, seperti informasi, transportasi, perdagangan.

Faktor perubahan keseimbangan lingkungan: faktor manusia, faktor alam, faktor pembatas (faktor yang mula-mula menghentikan pertumbuhan dan

penyebaran dari organisme di suatu lingkungan).

Kegiatan manusia mengubah lingkungan dilakukan karena adanya kebutuhan hidup.

1) industri primer, industri yang mengupayakan kebutuhan dari alam secara langsung spt pertanian.

2) Industri sekunder, industri yang mengolah industri primer spt industri makanan, tekstil, dll.

3) Industri tersier, industri yang menghasilkan jasa, seperti informasi, transportasi, perdagangan.

Dampak Over Eksploitasi Ekosistem

Homeostatis: kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam system secara keseluruhan.

Over eksploitasi ekosistem menghasilkan pencemaran. Pencemaran disebabkan oleh limbah. Pencemaran lingkungan dapat diukur oleh parameter ualitas limbah yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang sudah terjadi di lingkungan. Yaitu:

BOD (Biochemical Oxygen Demand):

ukuran kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam air untuk menguraikan bahan organik dalam air. BOD ditentukan dengan mengukur jumlah oksigen yang terserap oleh limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama kurun waktu dan temperature tertentu. (biasanya 5 hari dan dalam 20o C). Nilai BOD diperoleh dari selisih oksigen terlarut awal dengan oksigen terlarut akhir.

COD (Chemical Oxygen Demand):

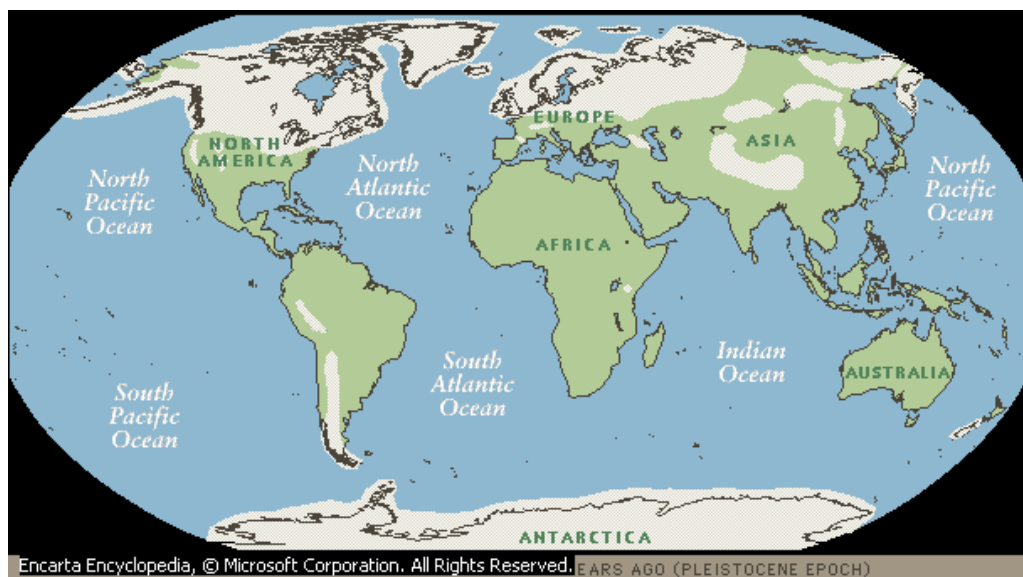
Jumlah oksigen yang diperlukan agar buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Indikator ini umumnya berguna pada limbah industri.

DO (Dissolved Oxygen):

Kadar oksigen yang terlarut dalam air. Penurunan DO dapat diakibatkan oleh pencemaran air yang mengandung bahan organik sehingga menyebabkan organisme air terganggu. DO penting dalam pengoperasian system saluran pembuangan maupun pengolahan limbah.

pH

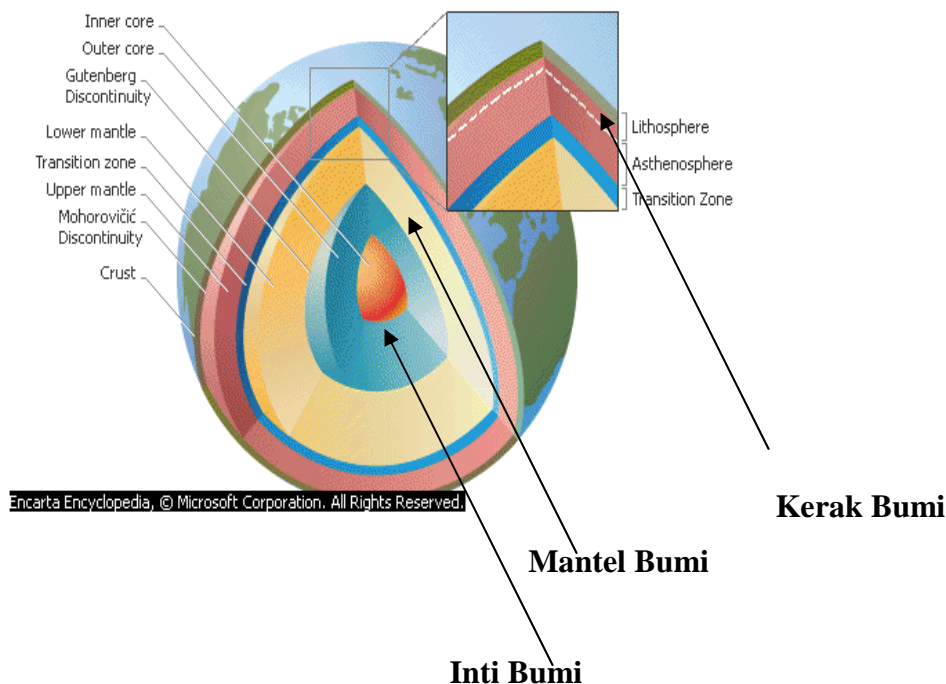
ukuran keasaman dan kebasaan limbah. Air yang tercemar memiliki pH antara 6,5- 7,5. di bawah itu, air bersifat asam. Jika di atas itu, air bersifat basa. Perubahan pH air tergantung pada polutan air tersebut.

2. Hidrosfer

Gambar 4.3. Planet Basah

Hidrosfer atau lapisan planet yang basah. Di bumi diperkirakan mengandung $1,4 \times 10^{21}$ ton air. Sebagian besar air dapat terdapat dalam bentuk cair, yaitu hampir 98%. Namun karena 97,4% diantaranya berupa air asin (laut), maka jumlah itu hampir tidak dapat dimanfaatkan untuk kehidupan kecuali untuk ekosistem laut itu sendiri. Berarti hanya 2,6% yang berupa air tawar. Dari jumlah itu sebagian besar adalah es yaitu 77,2% . 22,7% di danau dan sungai 0,4%. Sisanya 0,04% terdapat sebagai uap air. Dari angka-angka diatas tampak bahwa jumlah air (tawar) yang dapat langsung dimanfaatkan oleh makhluk hidup jumlahnya sangat sedikit proporsinya. Disamping itu masalah lainnya adalah, jauhnya rantai suplai sampai ketempat distribusi (panjangnya siklus hidrologi).

3. Lithosfer



Gambar 4. 4 Lapisan Litosfer

Litosfer mempunyai hubungan yang tak terpisahkan dari keseluruhan hidup di muka bumi ini. Lithosfer merupakan habitat semua tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia. Manusia dan hewan menikmati hasil yang diproduksi oleh tanah dan mengembalikan sisanya yang tidak dibutuhkan (limbah di antaranya) kembali ke tanah. Dengan demikian tanah berfungsi sebagai penyedia sumber daya dan penerima limbah sekaligus sebagai pembersih (daya lenting). Hampir semua tempat di muka bumi ini pengaruh manusia atas tanah tidak dapat diabaikan, lebih-lebih pada tingkat kemajuan teknologi dan budaya manusia dewasa ini. Pembukaan hutan, pembabatan semak-semak dan herba serta pembakaran sabana merupakan cara-cara biasa dalam perladangan. Dalam pertanian maju juga dilakukan pengairan, pengaturan (drainage), penanaman tanaman-tanaman baru, penggunaan bibit unggul, pemupukan, penggunaan pestisida dan pengolahan tanah. Pemupukan dan pengolahan tanah secara intensif (pest dan herb) dalam pertanian. Hidromeliorasi pada daerah-daerah rawa dan lapangan-lapangan gambut. Reklamasi dijalankan terhadap tanah-tanah garam dan alkali. Demikian juga pengusahaan tanah dan hutan yang semena-mena. Pada praktek peternakan, seringkali penggunaan anah melewati kemampuan tanah. Lithosfer memegang peranan penting dalam kehidupan. Apalagi bila bagian permukaannya sudah tertutup oleh lapisan tanah. Tanah ini terbentuk apabila batuan-batuan di permukaan lithosfir mengalami gradasi, erosi, maupun proses-proses fisika lainnya menjadi batuan-batuan kecil sampai pasir. Selanjutnya bagian ini bercampur dengan hasil pemasukan komponen-komponen organis makhluk hidup, membentuk tanah yang dapat dipergunakan sebagai tempat organisme.

Pembentukan tanah berdasarkan konsep yang diajukan oleh Dokuchalev, dipengaruhi oleh lima faktor pembentuk tanah yaitu iklim, bahan induk, timbulan, makhluk hidup (organisme) dan waktu. Secara diskriptif sifat tersebut dapat dilukiskan dalam rumus berikut :

$$t = f(i,b,r,o,w)$$

$$t = \text{tanah}$$

- i = iklim
- b = batuan induk
- r = relief
- o = organisme (timbunan)
- w = waktu

Tanah merupakan sumber berbagai jenis mineral bagi makhluk hidup. Mineral-mineral ini dalam wujud asli, berupa batuan-batuan yang terletak berlapis dipermukaan bumi. Melalui proses erosi mineral-mineral yang menjadi sumber makanan makhluk hidup seringkali terbawa oleh aliran sungai ke laut dan terdeposit ke laut. Baru akan dapat berfungsi lagi sebagai sumber makanan makhluk hidup apabila dasar laut terangkat melalui proses geologi ke atas permukaan laut dan berubah menjadi daratan baru. Dengan demikian, semakin ada mineral-mineral yang ada di dalam tanah akan semakin habis. Proses erosi ini akan dipercepat bila lahan-lahan yang ada tidak mampu lagi mencegah terjadinya erosi yang besar.

RANGKUMAN

Bumi adalah satu dari sembilan planet yang merupakan bagian dari sistem Matahari. Tiga komponen pokok yang mendukung kehidupan di Bumi adalah Litosfer atau bagian padat dari Bumi. Hidrosfer berupa perairan dan Atmosfer yang menyelubungi Bumi dengan unsur-unsur dan benda-benda yang mengisinya.

Litosfer terbentuk dari mineral dan batuan. Mineral adalah bahan alam homogen dari senyawa anorganik asli yang mempunyai susunan kimia tetap dan susunan molekul tertentu dalam bentuk geometrik. Sedangkan batuan adalah bahan padat yang terjadi di Alam yang merupakan kerak Bumi.

Hidrosfer penting dalam kehidupan hayati, karena di dalam air terlarut dan terangkutnya unsur hara yang berguna bagi wujud kehidupan mikroba, tumbuhan, hewan, dan manusia. Air juga melarutkan dan mengecurkan berbagai zat serta berfungsi dalam pengaturan iklim dalam cuaca di Bumi.

Atmosfer Bumi mengandung oksigen untuk bernafas, dan cukup tebal untuk melindungi permukaan Bumi terhadap radiasi matahari dan hujan meteorit, tetapi cukup meneruskan cahaya kasatnya serta ultraviolet dan inframerah untuk berlangsungnya kehidupan, termasuk kehidupan nabati.

C. Latihan

1. Coba lihat kembali gambar 2.1 Lapisan atmosfer. Menurut Anda apa artinya gambar pesawat udara pada gambar?
2. Lapisan ozon merupakan bagian dari lapisan apa pada atmosfer?
3. Apa fungsi lapisan ozon?
4. Apa yang dimaksud dengan pemanasan global?
5. Apa fungsi hidrosfer?
6. Apa fungsi lithosfer?

TES FORMATIF 1

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dari beberapa alternatif jawaban yang disediakan!

- 1). Garis tengah Bumi pada katulistiwa adalah :
 - A. 12.756,32 km²
 - B. 12.713,54 km
 - C. 12.713,54 km²
 - D. 12.756,32 km
- 2). Suhu di pusat Bumi sebesar :
 - A. 2.200⁰C
 - B. 2.900⁰C
 - C. 5.000⁰C
 - D. 870 ⁰C
- 3). Unsur non-hayati yang sangat vital bagi kehidupan manusia adalah :
 - A. Air
 - B. Air, oksigen, dan energi
 - C. Oksigen
 - D. Oksigen dan energi

- 4). Karbondioksida dihasilkan dari :
- A. Pembakaran
 - B. Hembusan nafas hewan
 - C. Fotosintesis
 - D. Pembakaran dan pelepasan energi dari biota
- 5). Di atmosfer, oksigen terdapat pada lapisan :
- A. Troposfer
 - B. Stratosfer
 - C. Mesosfer
 - D. Termosfer
- 6) Berbagai faktor alam kebumihan (*alogenik*) sering kali terjadi di luar perhitungan manusia, seperti gempa bumi, letusan gunung api, erosi, longsor, petir, halilintar, tsunami, El-nino, La-nina dan sebagainya. Dinamika ini antara lain disebabkan oleh:
- A. gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dalam; tahun 1900
 - B. gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. tahun 1900
 - C. gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. tahun 1908
 - D. gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. tahun 1910
- 7). Bahan alam homogen dari senyawa anorganik asli yang mempunyai susunan kimia tetap dan susunan molekul tertentu dalam bentuk geometrik adalah:
- A. Mineral
 - B. Batuan
 - C. Vitamin
 - D. Materi

- 8). Batuan adalah bahan padat yang terjadi di Alam yang merupakan: .
- A. magnet Bumi
 - B. kulit Bumi
 - C. inti Bumi
 - D. kerak Bumi
- 9). Karena di dalam air terlarut dan terangkutnya unsur hara yang berguna bagi wujud kehidupan mikroba, tumbuhan, hewan, dan manusia, maka
- A. Hidrosfer masuk dalam kehidupan hayati
 - B. Hidrosfer kosong dalam kehidupan hayati
 - C. Hidrosfer tidak penting dalam kehidupan hayati
 - D. Hidrosfer penting dalam kehidupan hayati
- 10). Bumi ini merupakan planet yang basah. Di bumi diperkirakan mengandung:
- A. $1,2 \times 10$ ton air
 - B. $1,6 \times 10$ ton air
 - C. $1,8 \times 10$ ton air
 - D. $1,4 \times 10$ ton air

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir Modul ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

Rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan Anda mencapai 80% ke atas, Anda cukup memahami kegiatan belajar 1. **Bagus!** Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan

KEGIATAN BELAJAR 2

BIOSFER (Perkembangan Budaya dan Dampaknya) dan MASALAH LINGKUNGAN (Bagaimana Peran Pendidikan?)

PENGANTAR

Proses evolusi secara terus menerus telah menciptakan jenis baru. Sebaliknya pada saat yang sama secara terus menerus terjadi kepunahan jenis. Apabila laju terjadinya jenis baru lebih besar dari pada laju kepunahan, jumlah jenis bertambah. Demikian pula sebaliknya.

Bumi tercipta kira-kira 5 milyar tahun yang lalu. Sedang munculnya makhluk hidup pertama diperkirakan 3,5 milyar tahun yang lalu. Secara umum dapat dikatakan bahwa jumlah jenis terus bertambah. Namun dalam sejarah bumi, diketahui terjadi beberapa episode kepunahan masal. Sehingga jumlah jenis berkurang dratis. Pada waktu ini yang dipermasalahkan ialah makin meningkatnya laju kepunahan jenis yang berkaitan erat dengan kegiatan manusia. Perkiraan kasar, laju kepunahan dalam beberapa dekade terakhir abad **ke-20** adalah **40 sampai 400 kali laju “normal” kepunahan**. Kenaikan laju kepunahan jenis disebabkan oleh dua hal. Pertama karena perburuan yang berlebihan.

Materi belajar 2 tentang Biosfer dan Masalah Lingkungan mempunyai motif tentang kepunahan yang makin diperbesar diperbesar dengan digunakannya alat perburuan yang makin canggih, seperti senjata api. Selain, senjata api motif kepunahan karena perburuan diperbesar oleh adanya

perburuan dengan tujuan komersil. Misalnya punah beberapa jenis paus, karena nilai komersil daging dan lemaknya.

Sebab kedua adalah kerusakan habitat, yaitu tempat hidup hewan dan tumbuhan liar. Kerusakan itu dapat disebabkan oleh perladangan berpindah, pembalakan, diubah hutan menjadi daerah pertanian, peternakan, pemukiman, pariwisata dan lain-lain. Sebab kerusakan lain yang penting adalah pencemaran.

Berdasarkan kesadaran akan kekeliruan yang berlangsung selama ini, selanjutnya dikembangkan suatu kajian tentang lingkungan yang melahirkan ilmu pengetahuan. Ilmu lingkungan adalah ilmu tentang kenyataan lingkungan hidup, serta bagaimana pengelolanya agar menjaga dan menjamin kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Landasan dasar dari ilmu lingkungan adalah ekologi yang mengajarkan struktur, interaksi dan ketergantungan semua komponen dalam kehidupan yang satu dengan yang lainnya. Jadi semua komponen dinilai berperan sama pentingnya satu terhadap yang lain. Oleh karena itu eksistensi semua makhluk hidup serta kesejahteraannya, harus dipelihara, karena secara ekologi semuanya mempunyai peranan masing-masing dalam jaring-jaring kehidupan, dimana manusia hanyalah satu diantara ratusan ribu jenis dalam kehidupan yang ada. Sebagai manusia kita menghadapi keterbatasan untuk mengerti apa yang sebenarnya dikehendaki oleh setiap individu atau setiap jenis makhluk hidup lainnya.

Pendidikan kependudukan dan lingkungan hidup sangat penting dan esensial, oleh karena itu dengan diberikan pendidikan ini di kalangan masyarakat, maka dapat diharapkan kesadarannya terhadap lingkungan tumbuh dan berkembang dengan baik, untuk selanjutnya terjadi perubahan sikap pandangan serta perilaku terhadap lingkungannya. Oleh karena pendidikan kependudukan dan lingkungan hidup harus diberikan untuk semua umur dan tingkatan dalam masyarakat baik melalui jalur sekolah maupun luar sekolah.

Pendidikan kependudukan lingkungan bertujuan meningkatkan kesadaran dan sensitifitas terhadap lingkungan dan berbagai masalahnya. Tujuan pendidikan lingkungan hidup adalah menjadikan masyarakat sadar dan

sensitif terhadap lingkungan dan berbagai masalahnya. Serta memiliki pengetahuan, keterampilan, sikap, motivasi dan kesediaan untuk bekerja secara perorangan, kelompok ke arah pemecahan dan pencegahan masalah-masalah lingkungan hidup.

Pendidikan memainkan peranan sebagai pembentuk dan penyebar nilai-nilai baru yang diperlukan untuk menghadapi tuntutan-tuntutan lingkungan : nilai-nilai yang akan merupakan landasan gaya hidup yang tepat dan berdasar landasan ini orang hidup dalam keselarasan dengan lingkungan. Dalam kaitan usaha-usaha pengembangan sumber daya manusia mungkin di arahkan pada tujuan khusus seperti pembangunan nasional, pengawasan lingkungan dan tujuan-tujuan lain, namun pada akhirnya usaha-usaha ini harus dipahami sebagai usaha mempertinggi martabat manusia (*human existence*), mempertinggi mutu hidup manusia. Inilah fungsi yang jelas melekat pada pendidikan lingkungan tidak hanya sekedar menjaga kelestarian kehadiran manusia di bumi ini, melainkan meraih mutu hidup yang tertinggi yang sesuai dengan martabat manusia.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (*iptek*) merupakan sebuah proses dari perkembangan budaya manusia yang merupakan salah satu indikator yang menunjukkan perkembangan yaman dalam mencapai kesejahteraan dan martabat sebagai manusia yang berakal, tetapi dalam perkembangan yaman tersebut tanpa di landasi dengan perkembangan dalam aspek religiusnya, sehingga manusia semakin rakus akan mengeksplorasi dan mengeksploitasi sumberdaya alam secara berlebihan, sehingga terjadi ketidakseimbangan lingkungan ---- muncul masalah lingkungan yang sekarang baru diperdebatkan oleh para kalangan baik agama, politik, ilmuwan, cendekiawan, dll.



Gb. 4.5 Tanah Erosi

Masalah lingkungan merupakan salah satu adanya ketidakseimbangan alam/lingkungan dalam melakukan proses alaminya, sehingga terjadi sebuah fenomena alam yaitu bencana yang sekarang ini frekuensi dan intensitasnya makin meningkat.

Selain apa yang telah dipaparkan diatas mengenai permasalahan lingkungan sebagai akibat dari produk kegiatan manusia, ada permasalahan yang sekarang menjadi isu dalam skala regional, nasional, dan global. Pemanasan global (global warming) merupakan salah satu fenomena alam yang sekarang menjadi perhatian dunia, karena permasalahan tersebut menyangkut keberadaan masa depan manusia (human existence). Bumi ini merupakan salah dari planet lain yang masih sesuai untuk keberlanjutan hidup manusia, tetapi sekarang bumi ini mengalami kemunduran dalam menyokong kehidupan manusia.

Strategi Umum Bagi Umat Manusia

1. Pandangan Pihak Optimis

Pihak optimis berpendapat, bahwa sama sekali tidak terdapat krisis kepadatan penduduk di muka bumi ini. Hal yang dapat menyokong pendapat ini, yaitu :

- a. Banyak bagian di muka bumi ini yang masih belum dihuni oleh manusia secara padat. Manusia itu hidup berdesak-desak hanya di kota besar. Tetapi diluar kota penduduknya masih jarang.
- b. ***Banyak bagian di dunia ini yang memiliki penduduk yang lebih padat di masa lalu, dibandingkan dengan di masa kini. Bagian bumi yang serupa itu dan bagian bumi lain tentu dapat menampung lebih banyak penduduk di masa yang akan datang.***

Memang terdapat beberapa bukti yang menunjukkan, bahwa beberapa bagian bumi ini penduduk sekarang menurun, dibandingkan dengan populasi masa lalu. Flavius Josephus, seorang ahli sejarah Yahudi menyatakan, bahwa penduduk Yerusalem, pada zaman Kaisar Nero (37-68 SM) 2.720.000 jiwa, sedang populasi negara Israel dalam sensus tahun 1966 hanya berjumlah 2.629.000 jiwa saja. Bahkan seluruh dataran rendah Mediterania, Timur Tengah, dan Eropa dulu dihuni oleh penduduk yang jauh lebih banyak daripada sekarang. Menurut tulisan dalam buku/kitab “Bilangan/Angka (*Numbers*) (1:45-46)”, semenanjung Sinai memiliki 603.550 pemuda berumur 20 tahun ke atas dan yang mampu berperang. Anggaplah hanya orang laki-laki yang siap bertempur pada struktur umur itu. Apabila jumlah itu merupakan 20% dari seluruh penduduk Sinai dari berbagai struktur umur, maka di semenanjung itu terdapat. $\pm 100/20 \times 603.550 = 3.000.000$ jiwa.

Padahal semenanjung itu sekarang hampir kosong, tidak berpenduduk. Mungkin kita berpendapat, bahwa perhitungan cacah jiwa dimasa lalu banyak kesalahannya dan sukar untuk dipercaya penuh. Sungguh pun demikian, bukti bekas kebudayaan dan reruntuhan bangunan kuno yang tersebar dimana-mana

memberi gambaran, bahwa tak mungkin daerah tersebut tidak dihuni oleh penduduk yang besar jumlahnya. Reruntuhan bangunan kuno ini sekarang hampir tak berpengaruh.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya memang dunia ini masih cukup mampu menampung lebih banyak penduduk daripada sekarang.

Tidak benar kalau dikatakan, bahwa peningkatan populasi itu menjangkitkan banyak penyakit, sebab ternyata sekarang banyak jenis penyakit yang sudah banyak ditaklukan oleh manusia. Lingkungan ternyata tak bertambah buruk, meski pun manusia terus bertambah sampai sekarang. Jumlah kematian manusia meningkat bukan karena jumlah penduduk meningkat, tetapi karena moral manusia yang menurun. Kejahatan, kekerasan, kehidupan bebas timbul karena moral yang buruk, bukan karena populasi meningkat. Demikianlah pendapat pihak optimis.

Selanjutnya Clark, (1967) mengemukakan empat macam alasan yang menyokong pendapat, adanya hubungan yang erat antara peningkatan populasi dan perkembangan serta kemajuan bangsa. **Pertama**, alasan yang menyangkut ekonomi skala. Dalam sektor non-pertanian daripada suatu sistem ekonomi, peningkatan input buruh ke dalam suatu usaha akan meningkatkan pula hasil per unit buruh itu. Populasi yang tinggi justru akan menurunkan biaya per unit dalam melatih orang untuk memiliki profesi tertentu. Populasi yang kecil tak mungkin mampu melatih orang yang ahli dalam bidang analisa perangkaan, pembedahan jantung, penyilangan jenis tanaman, dan sebagainya. Sebaliknya, dalam populasi yang besar dapat diciptakan berbagai keahlian terspealisasi, sehingga negara selalu berada dalam keadaan persaingan yang sehat untuk maju. Makin tinggi populasi, makin besar dan makin banyak penggunaan suatu alat atau fasilitas, maka makin murah biaya operasi dan pemakaian. Contohnya, penggunaan pelabuhan atau lapangan terbang. Ekonomi skala menunjukkan, bahwa pada skala populasi yang besar akan nampak dibutuhkan modal yang lebih kecil per unit produksi dibandingkan dengan populasi kecil. Demikian

pula biaya hidup per kapita akan menurun, kalau populasi itu makin naik. Meskipun tentu saja harus diakui, bahwa kecermatan sosial juga menurun, kalau jumlah populasi naik.

Kedua, yaitu alasan daya peningkatan. Di dalam populasi yang sedang meningkat dengan cepatnya, suatu kekeliruan dalam menanamkan modal mempunyai kesempatan baik untuk ditukarkan ke usaha yang lebih tepat. Dalam populasi yang tak tumbuh, kekeliruan semacam itu bahkan sukar dicari letak kesalahannya. Dalam hal ini memang alasan kedua ini mengandung yang berat resikonya. Dalam ekonomi yang cepat tumbuhnya, suatu hambatan pertumbuhan usaha akan menimbulkan kerugian yang berat sekali. Hal ini misalnya, terjadi pada perusahaan penerbangan pada tahun 1970-1971. Selama musim semi 1971, empat perusahaan penerbangan Amerika Serikat menderita kerugian rata-rata 10 juta dolar per bulan. Setiap perusahaan itu ternyata terlalu banyak menanamkan modalnya pada pembelian pesawat terbang baru. Kecepatan tinggi daripada suatu peningkatan juga dapat merangsang keuntungan yang tak dapat disangka-sangka. Di daerah yang sedang mengalami pertumbuhan ekonomi yang cepat orang mudah mencari untung dengan resiko kecil, bahkan menambah kemungkinan memperoleh untung yang tiba-tiba. Karena adanya pertumbuhan ekonomi, inovasi atau penemuan baru dalam teknologi modern dapat dirangsang. Contohnya, usaha menemukan pembangkit tenaga nuklir, melalui penelitian dan percobaan dirasakan perlu, karena populasi sedang tumbuh dengan cepatnya. Jadi, peningkatan populasi itu dapat dijadikan prakondisi bagi menemukan penyelesaian masalah sosial.

Alasan ketiga menyangkut pengamatan mengenai lokasi berbagai kemudahan. Pengeluaran biaya bagi upah buruh memang tinggi dalam negara yang padat penduduknya. Sungguh pun demikian, dalam sebuah kota yang besar, dengan berbagai perusahaan, pengeluaran biaya untuk upah buruh mendapat kompensasi dari mudahnya penduduk memperoleh segala macam barang. Dibandingkan, tentu saja, kota kecil yang harus membeli banyak kebutuhan hidup dari luar, maka biaya angkutan pun bertambah tinggi.

Alasan keempat menyangkut hubungan antara pertumbuhan populasi dengan kebebasan pribadi. Populasi yang menurun di Eropa pada abad ke-14 dan 15 ternyata menimbulkan kekakuan dalam kehidupan ekonomi. Sebaliknya, kemungkinan seseorang dapat memperoleh posisi yang tinggi dalam sebuah organisasi memang lebih besar dalam organisasi yang meningkat maju daripada organisasi yang sedang mengalami kemunduran.

Pihak optimis di Amerika Serikat juga tidak percaya, bahwa bahan makanan semakin berkurang di dunia. Kenyataan menunjukkan, bahwa Amerika Serikat tiap tahun berhasil meningkatkan produksi biji-bijian (gandum, jagung, beras dan sebagainya). Lebih daripada itu, nampak di beberapa bagian bumi, produksi pertanian masih dapat ditingkatkan dengan bantuan teknologi pertanian modern. Produksi pertanian dapat ditingkatkan dengan penggunaan pupuk, irigasi, pestisida, bibit unggul, dan sebagainya. Produksi laut juga dapat ditingkatkan di masa yang akan datang dengan bantuan mesin pembangkit tenaga matahari, sehingga peredaran bahan mineral di dasar laut dapat diangkat ke bagian permukaan. Dengan cara demikian, laut dapat menjadi tempat yang subur untuk menghasilkan produksi pangan. Masalah pencemaran alam oleh pihak optimis dianggap sebagai masalah sementara saja. Dimasa yang akan datang pasti dapat diusahakan suatu cara atau penemuan baru dalam teknologi, untuk mengatasi pencemaran alam. Terutama kalau kita sudah berhasil menemukan pembangkit tenaga nuklir.

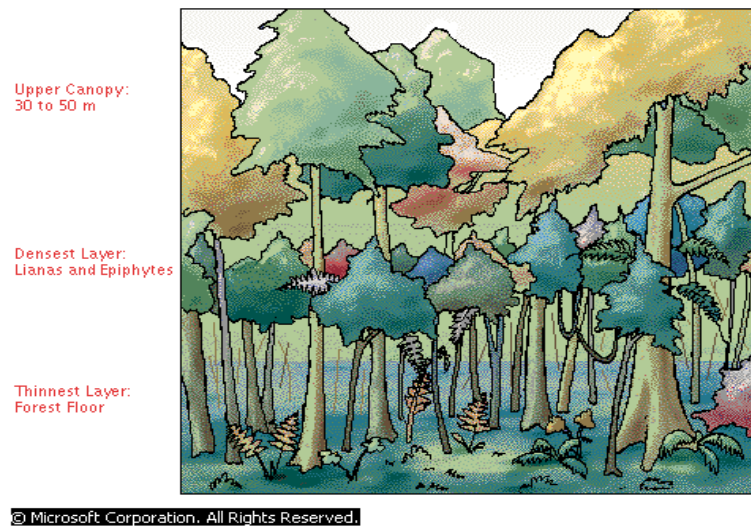
Kesimpulan, pihak optimis merasa yakin, bahwa manusia akan dapat mengatasi hampir semua masalah, selama ia masih bisa memperoleh energi dan teknologi. Kecerdikan manusia akan selalu dapat menemukan cara untuk memperoleh energi yang murah serta inovasi teknologi yang dikehendaki.

Beberapa unsur pertimbangan dan alasan pihak optimis ini cukup berharga untuk dipikirkan. Penyelesaian berbagai masalah tidak berdasarkan keadaan teknologi sekarang, tetapi berdasarkan teknologi yang masih harus dikembangkan. Seringkali waktu untuk mengembangkan teknologi dan menemukan berbagai inovasi dilalaikan orang. Padahal waktu juga merupakan

sumber alam yang tertentu batasnya. Demikian pula data mengenai persediaan sumber alam untuk mengembangkan teknologi jarang dikemukakan. Ramalan sepintas lalu bagi masa yang akan datang menunjukkan, adanya persediaan energi cukup untuk 30 tahun mendatang, bukan 50 tahun, apalagi lebih. Selain itu, pihak optimis kemungkinan timbulnya masalah baru, sebagai akibat interaksi baru daripada berbagai proses, yang berlaku dalam lingkungan hidup manusia. Mungkin masalah yang nampaknya tidak penting dewasa ini, menjadi sangat berbahaya dimasa yang akan datang. Pihak optimis nampaknya menyangkal kemungkinan timbulnya hambatan termodinamika dan terbatasnya sumber alam bagi kegiatan hidup manusia. Bagi mereka tak begitu penting artinya optima, asimptot, atau pembatasan.

2. Pandangan Pihak Pesimis

Pendapat pihak optimis ditentang oleh pihak pesimis dalam hampir semua alasan yang dikemukakan. Perikemanusiaan sekarang dihadapkan kepada beberapa masalah yang berbeda-beda, karena peningkatan populasi. Perpecahan sosial, karena kekeliruan pengelolaan faktor lingkungan dan demografi; masalah kesehatan dan sanitasi masyarakat, karena hal yang serupa diatas; penurunan jumlah persediaan alam; tidak efesiennya perlembagaan, karena ukuran organisai yang semakin besar; degradasi sifat kimia dan fisika bumi; semua ini akibat meningkatnya populasi manusia di dunia.



Gb. 4. 3 Vertical Stratification of a Rain Forest

Penentang teori pihak optimis beranggapan, bahwa optimisme itu bergantung pada kebingungan yang didasarkan atas empat perkiraan mutlak dan tegas, tetapi rapuh. Keempat perkiraan itu :

- a. Manusia sebagai suatu spesies jasad hidup tak akan mampu menghancurkan peradaban;
- b. Sumber alam itu tak akan pernah habis; oleh karena tak usah dilindungi dan diawetkan pemakaiannya;
- c. Penambah ilmu pengetahuan manusia beserta penemuan teknologinya tak akan kunjung habis; oleh karena itu kehadirannya di muka bumi dapat dijamin;
- d. Oleh sebab itu populasi manusia boleh terus meningkat setinggi-tinggi keinginan manusia itu sendiri

Semua fakta yang diabaikan oleh empat perkiraan diatas adalah kenyataan, bahwa di tempat manusia telah lama sekali tinggal, nampak terjadi pengrusakan alam. Hutan menjadi gundul, tanah menjadi gersang dan kering. Keadaan ini berlawanan dengan tanah yang baru saja di huni oleh manusia. Daerah yang sudah rusak, karena telah lama didiami oleh manusia dan terlalu banyak dieksplotasi, termasuk India sebelah Utara; daerah Mediterania;

Portugis, Spanyol, Italia Selatan, Yunani, Turki, Libanon, Mesir, Afrika Utara, Siprus, Malta, dan Timur Tengah.

Kenyataan ini menunjukkan, bahwa manusia mempunyai cukup kemampuan untuk menghancurkan kehidupan di atas planet yang sempit ini. Hal ini tak mudah dipahami oleh para pemikir modern, sebab peradaban dan kebudayaan berpindah ke daerah, tempat orang tidak setiap hari menyaksikan pengrusakan lingkungan. Catatan sejarah menunjukkan, bahwa daerah serta tapak kebudayaan manusia yang hancur sekarang, bukan hancur karena perubahan iklim. Kehancuran peradaban dan kebudayaan manusia di zaman dulu umumnya disebabkan oleh kerusakan lingkungan, karena manusia mengundulkan hutan, mengeksploitasi sumber alam tanpa menggunakan kebijaksanaan yang mendalam. Akibatnya, terjadilah degradasi tanah pertanian. Beberapa wilayah di muka bumi ini sebaliknya dilindungi terhadap eksploitasi yang berlebihan, karena potensinya untuk mudah berubah menjadi padang pasir. Demikian menurut sistem Holdridge. Celakanya, daerah yang peka ini kebanyakan tersebar di daerah tropik dan subtropik. Di daerah ini peningkatan populasi manusia sangat cepat, sehingga kebutuhan akan tanah untuk pemukiman dan pertanian makin meningkat pula. Tanpa pengamatan yang mendalam; hutan segera dibuka. Kehijauan hutan yang menghimbau di daerah tropika, seperti Kalimantan, sering mempesona orang. Lalu mereka menganggap hutan belantara itu didukung oleh kesuburan tanah yang tinggi. Padahal biomasa tumbuhan yang tinggi di kawasan itu adalah hasil interaksi organisme hidup dengan lingkungan (tanah) yang ditempa oleh perjalanan masa yang lama. Bahan organik yang tertimbun, yang merupakan salah satu alasan mengapa hutan lebat itu terwujud, berasal dari hutan itu sendiri. Kalau hutan itu ditebang, bahan organiknya pun ikut hilang. Yang tertinggal hanyalah induk tanah yang miskin dan gersang. Lingkungan baru, setelah hutan dieksploitasi tanpa rencana yang mendalam mengarah kepada keadaan yang semakin memburuk, jika tidak disertai usaha pengolahan dan rehabilitasi yang seksama.

Ditinjau dari segi ilmu lingkungan, sejarah kemanusiaan memang didasari ciri yang nomadik. Manusia mampu mengembangkan peradaban hingga ke suatu tingkat tinggi di suatu bagian muka bumi, selama di sana terdapat cukup sumber alam. Dalam usaha mengembangkan peradaban dan kebudayaan itu, sumber alam dalam lingkungannya akan semakin habis dan rusak. Pada saat itulah kekayaan peradaban dan kebudayaan itu akan semakin menurun. Kemudian apabila hutan sudah gundul, bahan mineral sudah habis, tanah menjadi miskin, wilayah bertukar menjadi padang pasir, berpindahlah manusia itu ke suatu tempat baru. Mereka berkelana mencari kawasan baru yang dapat dieksplotasi, dan meninggalkan daerah lama yang hanya tinggal puing dan reruntuhan peradaban serta kebudayaan.

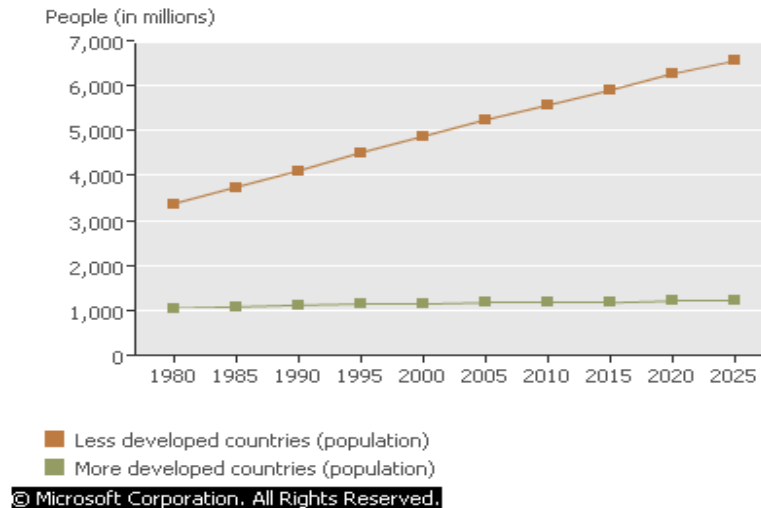
Sekarang proses nomadik semacam diuraikan diatas tentu saja sudah berakhir, karena planet bumi yang sempit ini tak mempunyai tempat lagi untuk dieksplotasi. Dan energi yang kini ada tidak cukup besar untuk mengirim kaum kelana mencari tempat di planet lain. Kalaupun kita mempunyai cukup energi untuk mengeksplotasi palet lain, belum tentu lingkungannya sesuai untuk dihuni manusia.

a. Keadaan demografi

Dalam tahun 1970, penduduk dunia adalah besar, yaitu 3,6 bilyun dengan kecepatan pertumbuhan cukup deras, yakni 2% per tahun. Keadaan serupa ini sudah mengubah struktur umur secara drastis. Kira-kira 40% daripada populasi manusia di kawasan yang sedang cepat sekali tumbuhnya, terdiri atas manusia di bawah umur 15 tahun. Di negara yang lambat pertumbuhannya hanya 26% daripada populasi manusia berada dalam usia di bawah umur 15 tahun. Seandainya, populasi manusia sekarang ini terlalu besar, ada tiga persoalan yang akan dikemukakan di sini, yang berhubungan dengan fakta demografi di atas :

1. Berapakah masa kesuburan pada kaum wanita diperlukan, supaya dapat tercapai kemantapan populasi?
2. Mungkinkah kemantapan ini dicapai pada masa yang akan datang?

3. Kalau benar dapat dicapai, bilamanakah pesan demografinya dapat terlihat, kemudian terus bertahan?



Gb. 4. 5 Proyeksi Populasi

Untuk menjawab persoalan di atas, kita dapat menghitung jumlah anak yang dapat dimiliki oleh wanita, bila populasi manusia itu harus tetap, atau tak tumbuh lagi. Caranya, misalnya, dengan memperhitungkan jumlah kematian yang terjadi dewasa ini dalam populasi. Maksudnya, ialah penambahan jumlah orang dalam populasi karena kelahiran, harus sama dengan pengurangannya karena kematian. Perbandingan kecepatan kelahiran dan kematian di seluruh dunia sekarang ini rata-rata per 1000 orang per tahun adalah, masing-masing 34 dan 15. Jadi, populasi terus bertambah. Untuk mencapai kecepatan pertumbuhan populasi sama dengan nol, kecepatan kelahiran harus ditekan menjadi 15 bayi per 1000 orang per tahun.

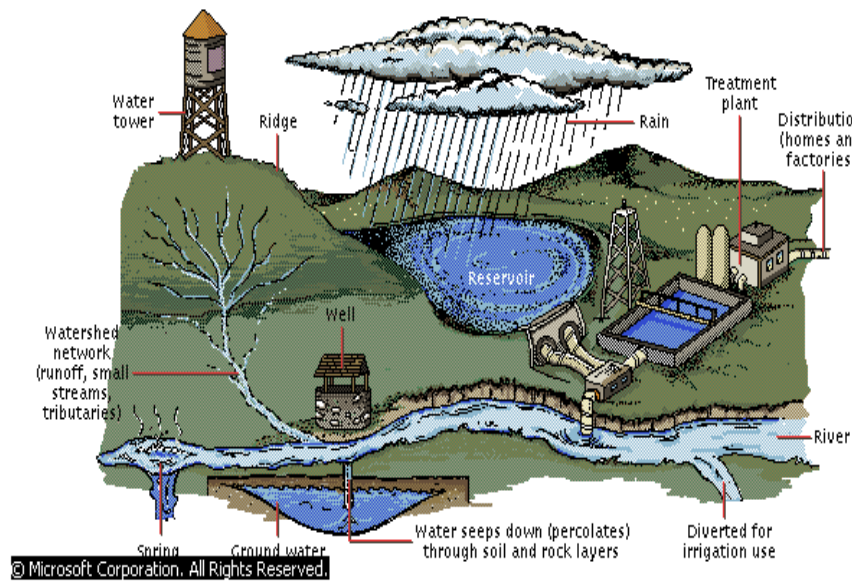
Untuk mengetahui makna angka 15 bayi per 1000 orang ibu per tahun bagi masa kesuburan wanita, baiklah kita teruskan perbincangan kita sebagai berikut: Freyka (1968) mengkomputasi hubungan antar keadaan populasi sekarang, masa kesuburan wanita untuk mampu melahirkan anak, dan usaha untuk mereduksi kecepatan kelahiran hingga 15 bayi. Hasilnya sangat mengejutkan yaitu masa kesuburan wanita itu harus ditekan hingga rata-rata 56% dari masa kesuburan yang sebenarnya. Hal ini berarti wanita Amerika Serikat harus

menekan jumlah kelahiran hingga 1,2 bayi selama 20 tahun sejak sekarang; baru kemudian boleh melahirkan sebanyak 2,8 bayi pada tahun 2030 hingga 2035. Di negara seperti Venezuela, India, Jepang, Indonesia, setiap wanita harus melahirkan kurang dari 1,0 bayi (?), supaya peningkatan populasi nol itu dapat dicapai. Tentu saja usaha semacam itu tidak mungkin dilaksanakan, baik ditinjau dari segi politik, ekonomi, sosial, maupun psikologi rumah tangga. Banyak negara yang sudah maju berhasil menekan jumlah kelahiran. Amerika Serikat, misalnya, berhasil menekan jumlah kelahiran bayi dari 3,35 pada tahun 1962, menjadi 2,45 pada tahun 1970. Ini berarti negara ini akan berhasil menekan jumlah penduduk pada tahun 2000, dari 356 juta menjadi 280 juta orang (*Statistical Abstract of The United States*). Meskipun demikian, penekanan kecepatan tumbuh populasi di negara yang sedang berkembang masih belum terkawal baik.

Davis (1967) melakukan pengamatan terhadap usaha banyak negara untuk menekan jumlah kelahiran anak dalam populasi. Kebanyakan negara yang sedang berkembang menentukan sasaran untuk mereduksi daya kelahiran antara 20-40 %. Meskipun sasaran ini dirasakan berat untuk dilaksanakan, tetapi hasilnya belum begitu berarti untuk kemantapan populasi. Dalam melakukan pengamatan bahan pustaka mengenai ukuran keluarga yang ideal bagi banyak negara, Davis mendapatkan ukuran keluarga antara 2,7 hingga 4,3 yang dikehendaki. Dari sini nampak, bahwa pengetahuan mengenai kependudukan masih harus digalakkan dan disebarluaskan.

b. Keadaan Sumber Daya Alam Di Dunia

Kita lihat sekarang status keadaan sumber alam yang digolongkan ke dalam empat kategori : (1) lautan, (2) daratan dan makanan, (3) bahan mineral, dan (4) bahan bakar.



Gb. 4.6 Pencabangan Mata air (*Tapping Water Sources*)

Banyak anggapan, bahwa bahan makanan dapat digali dari lautan tanpa batas. Untuk menempatkan anggapan ini dalam perspektifnya. Pertama, perlu ditunjukkan betapa kecilnya produksi lautan yang dapat dihasilkan, dibandingkan dengan produksi daratan dalam bentuk bahan makanan. Kedua, perlu ditunjukkan status hasil (sumber alam) perikanan. Ketiga, perlu diperhatikan produktifitas lautan yang hampir serupa dengan padang pasir.

Jumlah produksi serelia (beras, gandum, jagung dan sebagainya) di seluruh dunia pada tahun 1966 adalah 1088 juta ton, produksi daging 70 juta ton. Produksi penangkapan ikan di seluruh lautan pada tahun yang sama hanya mencapai 57 juta ton. Perlu juga ditambahkan disini, bahwa meskipun bahan makanan dari lautan itu kaya akan protein, kebanyakan miskin karbohidrat. Jumlah kalori yang terkandung dalam makanan dari laut rata-rata sekitar 1200 kilo kalori per kilogram bagian yang dapat dimakan. Sedangkan dalam gandum terkandung 3600 kilokalori per kilogram bagian yang dapat dimakan.

Jadi, terkandung tiga kali lebih banyak energi dalam gandum daripada makanan dari laut. Perhitungan selanjutnya menunjukkan hanya 2% dari kebutuhan manusia akan energi yang dapat disumbangkan oleh bahan makanan dari lautan.

Data yang dikumpulkan sejak tahun 1958 hingga tahun 1968 mengenai hasil perikanan di beberapa negara (Amerika Serikat, Jepang, Inggris, Norwegia, Kanada, Skotlandia, Jerman, Rusia), menunjukkan penurunan produksi. Hanya beberapa jenis ikan saja menunjukkan kenaikan sedikit. Bagaimana prospek peningkatan produksi ikan dari lautan di masa yang akan datang? Meskipun penelitian masih terus di jalankan untuk menjawab pertanyaan diatas dengan tepat, tetapi Ricker (1969) memberikan gambaran pendahuluan seperti dapat dilihat dalam **tabel 11**.

Tingkat Tropik	Produksi bahan organic dari Lautan dalam juta ton/tahun
Tumbuhan (umumnya fitoplankton)	130.000
Konsumer I (umumnya planktonhewan)	13.000
Konsumer II (ikan kecil)	2.000
Konsumer III	300
Konsumer IV	45

Tabel di atas merupakan tingkat makanan (trofik) Angka hasilnya menunjukkan kemampuan yang dapat dicapai oleh lautan dalam hal produksi makanan dari laut jatuh pada produksi konsumen III dan konsumen IV, mungkin juga sebagian dari konsumen II. Dari sini dapat digambarkan, bahwa produksi ikan dari lautan dapat dinaikkan hingga ± 5 kali hasilnya sekarang. Atau $\pm 10\%$ dari energi yang diberikan oleh hasil gandum di tahun 1966.

Ada orang yang mengatakan, bahwa janganlah kita membatasi produksi makanan asal lautan hanya kepada ikan, dapat juga kepada plankton. Terhadap usul ini, Ricker (1969) mengemukakan beberapa masalah, antara lain :

1. Plankton itu bukan makanan manusia yang enak ;
2. Memerlukan lebih banyak energi untuk menjaringnya ;
3. Kadar garamnya tinggi ;

4. Beberapa jenis plankton mengandung silikondioksida yang cukup berbahaya untuk dimakan ;

Kalau fitoplankton habis dimakan, unsur sara yang sangat penting untuk fotosintesis dilautan akan berkurang. Kesan berikutnya akan mengurangi produksi lautan secara keseluruhan. Tak dapat kita bayangkan bagaimana kita harus memberikan pupuk ke dalam lautan untuk meningkatkan produksi plankton

Marilah kita sekarang memalingkan kembali pandangan ke daerah pertanian di daratan. Kemudian kita satukan hasil lautan dan daratan itu untuk melihat betapa besar kemampuannya menyokong kehidupan manusia.

Untuk menghitung jumlah orang yang dapat disokong oleh bahan makanan yang ada di muka bumi, kita dihadapkan kepada berbagai kesukaran. Meskipun demikian, untuk memberikan pandangan tentang bagaimana hal itu mungkin dihitung, kita jabarkan terlebih dahulu lima variabel yang harus diperhatikan.

N = Populasi manusia di masa kini

X = Tambah populasi yang masih kurang dapat dikosongkan oleh bahan makanan yang ada di darat

A_t = Luas total muka bumi, yang baik untuk ditumbuhi tanaman pertanian dan untuk diolah

A_f = Luas tanah yang diperlukan untuk memberikan makanan per orang

A_u = Luas tanah pertanian yang perlu diubah untuk memenuhi keperluan lain, bagi tiap orang yang ditambahkan kepada populasi

Kesukaran timbul, bila kita ingat, bahwa yang disebut tanah itu mempunyai makna yang berbeda-beda, bergantung pada kedudukan garis lintangnya di muka bumi. Juga ada perbedaan anggapan tentang apakah yang dimaksud dengan tanah pertanian, serta apakah pula yang dimaksud dengan hasil pertanian ?

Baiklah sekarang kita coba saja mengisi angka pada tiap variabel berdasarkan hasil penelitian yang sudah dicapai hingga saat ini :

$N = 3,6$ milyar orang

$A_t = 4,6 \times 10$ hektar (Hendrichs, 1969) atau mungkin hanya $2,3 \times 10$ hektar (De Witt, 1969)

$A_f =$ Untuk ini hanya ada angkat taksiran yang diterbitkan oleh abuku Tahunan menurut FAO, PBB, dikombinasikan dengan hasil perkiraan Kleiber (1961), hasil gandum di Meksiko, 1967, dan di negeri Belanda, 1964. Hasilnya :

- 0,11 hektar, kalau tanah pertanian hanya menghasilkan produksi dengan kadar energi yang rendah seperti hasil gandum di Meksiko tahun 1967
- 0,069 hektar, kalau tanah pertanian menghasilkan produksidengan kadar energi sebanyak hasil gandum di negeri Belanda pada tahun 1967
- 0,0055 hektar, kalau tanah pertanian menghasilkan produksi menurut perkiraan Kleiber, yaitu mencapai kadar energi tertinggi di masa yang akan datang. Angka tersebut diatas diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

Luas tanah yang diperlukan untuk memberi makan tiap orang (hektar) = Energi yang diperlukan oleh rata-rata per orang (kilokalori)

Kadar energi dari tanaman pertanian per hektar (kilokalori)

$A_u =$ Angka ini tentu saja berubah-ubah, menurut keadaan orang di mana ia berada, apakah di negara yang sudah maju atautkah di negara yang sedang berkembang. Orang yang hidup di negara maju tentu lain kebutuhannya akan tanah dibandingkan dengan orang yang hidup di negara yang berkembang. Menurut perkiraan De Witt diperlukan tanah seluas 0,062 hektar untuk kebutuhan tempat tinggal dan kebutuhan lain secara minimal, di

lingkungan manusia yang hidup sederhana. Daerah seluas 0,075 ha akan cukup enak untuk memenuhi keperluan hidup orang, termasuk tanah untuk keperluan rekreasi. Laporan dari Lembaga Kualitas Lingkungan, Amerika Serikat, memberikan angka 0,399 ha tanah yang diperlukan oleh tiap orang bagi perkembangan pemukiman, jalan, lapangan terbang, daerah tutupan, taman dan sebagainya.

x = tambahan populasi yang masih mungkin disokong oleh bahan makanan yang ada di muka bumi :

$$x = \frac{At - Naf}{Au + Af}$$

Hasilnya, kalau semua angka yang diperoleh diperhitungkan, tertera dalam tabel 2.1.

Dalam tabel 2.1 ini nampak ada dua hal penting yang harus diperhatikan:

Kemampuan planet bumi untuk menampung lebih banyak orang akan peka sekali terhadap input energi ke dalam ekosistem pertanian dalam bentuk pupuk, pestisida, alat dan fasilitas pertanian khususnya, dan teknologi pada umumnya. Jadi, pada hakekatnya, persoalan pada masa depan manusia terutama bergantung pada pengadaan energi.

1. Penentu yang lebih penting lagi yang memungkinkan peningkatan kemampuan bumi menampung lebih banyak orang adalah kualitas hidup yang kita ingini. Kalau orang bersedia hidup tanpa ada taman, tempat hiburan, dan rekreasi lain-lain, maka lebih banyak orang dapat hidup di muka bumi ini.

Tabel 2.1 Kemungkinan penambahan jumlah orang melampaui 3,6 milyar di dunia dihubungkan dengan keperluan orang akan tanah olahan, tempat tinggal dan tempat rekreasi.

Tanah diperlukan untuk	<u>Total tanah pertanian = Total tanah pertanian =</u>
Memberi makanan tiap	<u>2,29 x 10 hektar 4,6 x 10 hektar</u>
Orang (hektar)	<u>Total tanah olahan untuk keperluan lain, tiap orang</u>

0,399	0,075	0,026	0,399	0,075	0,026	
<u>Jumlah tambahan populasi (biliun)</u>						
0,11	3,7	10	14	8,3	23	31
0,069	4,4	14	22	9,3	30	46
0,0055	5,7	28	72	11,6	57	145

c. Bahan Mineral

Menurut laporan Cloud (1969,1971) dan Lovering (1969), dalam jangka waktu yang pendek kita akan makin banyak menghabiskan bahan mineral. Kaum optimis menentang pendapat ini. Dalam waktu yang singkat kita akan berhasil menemukan PLTN. Energi yang dihasilkan oleh PLTN ini dapat digunakan untuk mengeruk kekayaan bahan mineral sebagai pengganti yang habis. Yang patut kita perbincangkan seluruh dunia sampai saat ini terus meningkat dengan kecepatan 6,9% per tahun. Hubbert, 1969, meramalkan, bahwa masih akan dapat digali sekitar 1.350 hingga 2.100 milyar barel minyak mentah lagi dari dalam bumi ini di masa yang akan datang. Sungguh pun demikian, yang agak mengejutkan adalah ramalan/prakiraan, bahwa kalau kecepatan penggalian minyak itu terus dipertahankan seperti sekarang, maka semua sumber bahan minyak mentah akan berhenti menghasilkan antara tahun 1996 dan tahun 2002. Nampaknya kebutuhan manusia akan bahan bakar bukan akan makin menurun, melainkan akan makin meningkat. Jadi, demikian pula penggaliannya.

Untuk menggambarkan kegawatan kebutuhan kita akan energi, baiklah kita tinjau kemungkinan PLTN dapat memenuhi keperluan kita akan energi. Perkiraan sekarang menunjukkan, bahwa PLTN baru akan memegang peranan penting dalam kehidupan manusia di tahun 2010. Selain itu ada sebuah hambatan yang cukup berat, yaitu yang menyangkut keperluan uranium oksida sebagai bahan mentahnya. **Pertama**, mengenai harganya, tidak boleh melebihi US\$20,-/kg. Kalau melebihi harga itu, zaman nuklir itu akan terlalu mahal untuk digalakkan. **Kedua**, persediaan yang dibutuhkan mencapai sekitar 650.000

– 675.000 ton. Sedangkan Davis (1968) melaporkan, bahwa persediaan yang memenuhi harga sesuai, hanya sebanyak 310.000 ton saja. Dengan optimisme yang melimpah mungkin masih dapat diusahakan persediaan sebesar 350.000 ton uranium oksida di masa yang akan datang.

Hubbert meramalkan bahwa kebutuhan kita akan energi nuklir akan meningkat sedemikian rupa di masa yang akan datang, sehingga keperluan akan energi nuklir ini akan berlipat 2x dalam waktu 2,4 tahun. Sebagai bandingan, kebutuhan manusia akan minyak bumi sekarang berlipat 2x dalam tempo 10 tahun.

Dari uraian singkat diatas jelaslah, bahwa pengadaan energi bagi kegiatan manusia semakin hari semakin gawat. Jadi, dalam strategi hidup kita di masa yang akan datang perlu diambil dua jalan : mencoba menemukan sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.

Kalau jalan ini harus ditempuh dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab.

Kebutuhan manusia akan energi sangat menentukan sekali bagi kemajuan perkembangan dan hubungan internasional suatu negara. Suatu bentuk tenaga nuklir sebesar 6.000 megawatt yang mungkin dapat dipasang di lembah sungai Gangga, India, pada tahun 1990, dapat menghasilkan pupuk NPK dan mengairi daerah pertanian yang tandus sekarang. Pembakuan hidup di India akan dapat ditingkatkan, sehingga akan mempunyai pengaruh besar terhadap hubungan internasional negara tersebut. Demikian perkiraan Stout (1968). Tragisnya, Amerika Serikat pada tahun 1968 telah menggunakan tenaga listrik yang berkekuatan hingga 240.000 megawatt. Dan diramalkan kebutuhan Amerika Serikat akan tenaga listrik di tahun 1990 itu mencapai 1.056.000 megawatt.

d. Pengaruh Peningkatan Populasi Terhadap Penghidupan Sosial

Dalam setiap usaha untuk mencapai strategi bagi kemanusiaan di masa datang dalam segi ekonomi, akan selalu timbul pertanyaan di bawah ini. Apakah pengaruh strategi terhadap rasio pendapatan kotor per kapita

dibandingkan dengan biaya hidup kotor per kapita? Dalam pertanyaan ini sudah termasuk pula pendapatan dan biaya hidup yang “tersembunyi”. Artinya, pergi bertamasya ke tepi pantai yang indah dan tak begitu padat orang, sudah merupakan pendapatan. Sebaliknya mengalami kesulitan mengendarai mobil hingga berjam-jam, karena lalu lintas terlalu padat, merupakan biaya hidup yang berat.

Strategi yang paling baik tentu saja yang dapat meningkatkan rasio pendapatan kotor per kapita dibagi biaya hidup kotor per kapita. Strategi yang buruk tentu saja yang menurunkan harga rasio tersebut. Banyak orang menyangka, bahwa peningkatan populasi manusia merupakan strategi sosial yang terbaik bagi kemanusiaan. Alasannya, peningkatan populasi dapat menaikkan pendapatan kotor per kapita, karena ekonomi yang lebih aktif, pemasaran akan lebih besar, dan biaya hidup pun akan lebih murah, kalau banyak.

Anggapan serupa itu dapat diperiksa secara obyektif, apakah cukup beralasan atau tidak? Masalahnya dapat dibuktikan dengan cara menentukan adakah mekanisme yang menurunkan pendapatan per kapita, kalau kepadatan populasi itu meningkat ?

Ternyata mekanisme serupa itu memang banyak ditemukan. Salah satu contoh, ialah yang berhubungan dengan pengadaan bahan mentah. Bahan mentah ini banyak yang semakin habis karena meningkatnya jumlah penduduk. Makin sukar memperoleh bahan mentah ini, baik berupa bahan bakar, ataupun bahan mineral, menyebabkan makin susah menggali, memproses, dan mengolah. Hal ini mengakibatkan makin banyaknya alat dan mesin mahal yang harus digunakan serta makin sedikitnya tenaga buruh yang dapat dikerjakan. Selanjutnya hal yang serupa dapat juga berlaku dalam lapangan lain seperti pertanian dan kehutanan. Bahkan, kalau teknologi beralih ke zaman nuklir, akan makin besar masalah mencari pekerjaan bagi buruh kasar. Makin sukar memperoleh bahan mentah, makin susah menggali, memproses, dan mengolah, makin naik harganya.

Kekurangan bahan mentah yang semakin meningkat juga mempunyai pengaruh pada kesejahteraan masyarakat, karena bahan mentah sebenarnya meningkatkan modal masyarakat.

Biaya makanan per kapita juga meningkat dengan meningkatnya populasi, karena makin kurangnya tanah yang dapat digunakan sebagai tanah pertanian. Hal ini akan mendorong usaha peningkatan hasil pertanian per hektar. Usaha serupa ini menyangkut penggunaan pupuk, pestisida, dan teknologi pertanian yang memerlukan tambahan biaya dan energi. Akibatnya, harga hasil pertanian pun meningkat. Lebih daripada itu, peningkatan kepadatan penduduk dapat menimbulkan saingan untuk memperoleh tanah, harga tanah meningkat.

Meningkatnya kepadatan penduduk terutama di negara yang sudah maju industrinya, meningkatkan pula pencemaran alam. Hal ini akan meningkatkan biaya untuk menanggulangi masalah pencemaran alam, baik yang berhubungan dengan pencegahannya, maupun yang berhubungan dengan pemulihan kesehatan masyarakat akibat pencemaran alam ini.

Beberapa bentuk masalah pengangkutan juga timbul sebagai akibat meningkatnya kepadatan penduduk. **Pertama**, yang menyangkut jarak antara sumber persediaan pelbagai kebutuhan dengan penduduk yang memerlukannya, yang semakin jauh dengan meningkatnya populasi. Suatu contoh yang mudah misalnya, jarak antara rumah para pegawai dengan tempat pekerjaannya, yang makin jauh, bila sebuah kota yang berpenduduk 500.000 orang meningkat menjadi lima juta orang. Dalam kota metropolitan biaya pengangkutan dalam bentuk jarak dan waktu adalah besar. Sebabnya, ialah hampir karena tak mungkin memenuhi kebutuhan ruang tambahan untuk kepentingan pengangkutan, kalau populasi meningkat. Di kota besar seperti, New York, Tokyo, Jakarta, sangat sukar misalnya, mencari tempat untuk membangun stasiun bis atau lapangan terbang yang dekat ke pusat kota. Demikian pula untuk membangun jalan raya atau melebarkan jalan. Biaya pengangkutan internasional juga meningkat, kalau kemampuan negara untuk berswasembada semakin berkurang, karena bahan mentah yang semakin habis. Lebih buruk lagi

bila terjadi sengketa internasional, karena negara pengekspor bahan mentah menyadari, bahwa pembangunan di negara pengekspor dapat terhambat, kalau bahan mentah terlalu banyak diekspor.

Kesimpulan, orang yang mengira bahwa peningkatan penduduk itu merupakan anugerah untuk meningkatkan kemajuan ekonomi, telah mengabaikan banyak masalah penting, yang berat untuk ditanggulangi.

e. Pengaruh Kepadatan Populasi Terhadap Sifat Kimia dan Fisika Planet Bumi

Banyak tulisan mengenai pengaruh manusia terhadap sifat kimia dan fisika bumi, serta kemampuan planet ini untuk menyokong kehidupan. Kegiatan manusia ternyata mempengaruhi keseimbangan berbagai gas planet bumi, mempengaruhi siklus nitrogen serta komponen yang lain dinamik. Mekanisme tentang bagaimana cara manusia mempengaruhi sifat kimia dan fisika bumi, pada dasarnya, serupa untuk berbagai gejala. Sebagai contoh akan dikemukakan sepintas lalu tentang bagaimana kegiatan manusia mempengaruhi suhu udara bumi.

Dari gejala yang telah lama diselidiki, diperoleh data yang akurat dan terkumpul banyak, serta teorinya sudah dapat dipahami. Seperti diketahui, ada **tiga faktor yang sangat menentukan suhu bumi, yaitu :**

1. Variasi berbagai intensitas cahaya matahari seperti halnya ditunjukkan oleh noktah matahari
2. Konsentrasi karbondioksida di udara
3. Kesan partikel halus yang beterbangan di udara

Bryson dan Wendland (1970) mengemukakan, bahwa perubahan suhu bumi untuk 80 tahun terakhir ini dapat dihitung berdasarkan rumus sederhana seperti dibawah ini, yang berasal dari analisa statistika :

$$T(^{\circ}\text{C}) = -- 3,546 + 0,012 \text{ CO}_2 - 0,002 \text{ debu} + 0,006 \text{ noktah matahari}$$

Persamaan rumus ini mengandung arti, bahwa suhu bumi bertambah oleh peningkatan konsentrasi karbondioksida, dan berkurang dari peningkatan

konsentrasi debu, dan bertambah lagi oleh peningkatan noktah matahari. Cara karbondioksida meningkatkan suhu udara bumi serupa dengan kesan peningkatan suhu dalam sebuah rumah kaca. Karbondioksida itu mencegah berlakunya radiasi energi matahari ke ruang angkasa. Debu serta partikel kecil lain menurunkan suhu bumi, karena mereka mempengaruhi kejernihan udara. Cahaya matahari yang memancar ke bumi dipantulkan kembali oleh debu, sebelum mencapai permukaan bumi.

Dapat kita lihat bagaimana suhu bumi di masa datang berdasarkan rumus ini. Ternyata ada dua hal penting yang pantas diperhatikan :

1. Pengaruh debu dan partikel halus yang beterbangan di udara makin mengatasi pengaruh karbondioksida. Menurut persamaan rumus diatas memang dinyatakan, pengaruh debu hanya 1/6 dari pengaruh karbondioksida (koefisien regresi untuk debu = 0,002, karbondioksida = 0,012). Meskipun demikian, antara tahun 1950 –1960, konsentrasi korbondioksida meningkat hanya 7%, sedangkan kadar debu dan partikel halus di udara meningkat 4x lebih cepat daripada kadar karbondioksida.
2. Kalau debu dan partikel halus di udara berhubungan erat dengan kegiatan industri, dapat diduga, adanya kenaikan kadar debu dan partikel halus yang meningkat terus. Bryson dan Wendland melaporkan, bahwa kadar debu dan partikel halus di pegunungan Kaukasus meningkat 12x dari tahun 1965. Data ini sangat menarik sebab dalam periode 35 tahun itu peningkatan bahan bakar (minyak bumi mentah) hanya 6,9%. Seandainya kenaikan kadar debu di udara itu meningkat terus secara tetap, dengan kecepatan yang telah dicapai sekarang, bagaimanakah kesannya kepada suhu udara di bumi ini kelak? Perhitungan menunjukkan hasil seperti tercantum dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hubungan antar kadar debu di udara dan penurunan suhu udara

Tahun Curah debu (mg/liter)	Penurunan derajat suhu udara bumi karena debu (°C)		
1930	20	0,40	
1965	240	0,48	
2000	2.880	5,76	

Kesimpulan yang rasional dari hasil di atas, menunjukkan bahwa tidak mungkin lagi meningkatkan kegiatan industri seperti sekarang, tanpa disertai usaha mengontrol pembuangan debu dan asap industri ke udara. Kemampuan pengontrolan itu paling sedikit harus 10x lipat dari apa yang sudah dicapai sekarang. Ini berarti biaya tambahan pelbagai industri akan meningkat secara nyata sekali.

f. Tujuan Wajar Hidup Manusia

Dari uraian di atas, nampak jelas akibat yang dapat ditimbulkan oleh peningkatan populasi manusia di muka bumi, yang rupanya mahal dan tak menarik. Dari sini nampak pula perlunya manusia segera menentukan strategi umum, yang memungkinkan dapat membebaskan diri dari pola kehidupan, yang hanya ditekankan kepada sasaran untuk terus tumbuh dan tumbuh. **Masa transisi tentu saja harus dibuat sedemikian rupa, supaya perubahannya tidak menimbulkan akibat lebih buruk bagi keadaan masa kini.**

Pendekatan yang logis adalah menentukan strategi umum untuk kemanusiaan, dengan jalan menentukan beberapa sasaran atau tujuan hidup tertentu. Kemudian menentukan langkah untuk mencapainya.

Tujuan hidup yang amat wajar bagi kita sebagai suatu spesies adalah menyesuaikan keseimbangan antara populasi dengan lingkungan. Penyesuaian ini harus dilaksanakan secepat-cepatnya mulai sekarang. Tujuan hidup berikutnya adalah secara sistematis menghindari setiap kegiatan yang dapat

berakibat memperbesar amplitudo ketidakmantapan dalam sistem populasi lingkungan tadi, kapan saja dan di mana saja, di masa mendatang.

Kedua tujuan hidup manusia diatas memang nampak wajar, gamblang, dan sederhana. Meskipun demikian, kalau semua implikasinya kita pahami, tujuan hidup itu memerlukan tindakan dan rencana kerja yang bertahap, berkaitan secara rumit dan sulit, serta kemauan keras berbagai pihak.

Pada saat ini, tujuan hidup yang serupa itu belum banyak mendapat pengertian, dorongan, dan dukungan sosial, ekonomi, dan politik dari rakyat dan pemerintah pelbagai negara.

Dalam garis besarnya program kerja untuk mencapai tujuan di atas meliputi enam sasaran :

1. Memberikan dorongan kuat dan cara yang mungkin dilaksanakan untuk membatasi ukuran keluarga. Menentukan optimum jumlah populasi di dunia untuk tiap negara dan wilayah, disertai arahan penyebaran struktur umur dan penyebaran geografinya.
 2. Menggunakan sumber alam secermat dan sebijaksana mungkin, termasuk penggunaan energi, bahan makanan, hasil hutan, tanah, bahan mineral, dan waktu yang dimiliki oleh manusia.
 3. Mengembangkan teori ekonomi yang didasarkan kepada keseimbangan dan bukan kepada pertumbuhan. Kemudian teori ini digunakan bagi pengelolaan kehidupan kemasyarakatan secepat mungkin.
 4. Secara rutin memonitor perubahan kimia dan fisika planet bumi dan secara tegas mengawasi setiap tindakan yang merusak.
1. Mengeluarkan undang-undang atau peraturan yang secara tegas mencegah kegiatan yang dapat mengakibatkan bertambah lebarnya amplitudo ketidakstabilan lingkungan hidup manusia.
 2. Memberikan jaminan kepada setiap warga negara memiliki suatu hak untuk hidup dalam lingkungan yang sehat dan sesuai. Meskipun perlu disertai dengan kewajiban bagi tiap warga negara untuk menjaga dan memelihara lingkungan hidupnya.

g. Populasi Manusia Yang Optimum

Suatu pendekatan yang menarik terhadap masalah manusia dengan lingkungan, dengan mengajukan pertanyaan sebagai berikut : Berapa lama kita ingin mempertahankan kelangsungan hidup kemanusiaan ini dalam suatu bentuk lingkungan tertentu di muka bumi? Jawabannya bergantung pada sejumlah manusia dengan gaya, sikap, dan cara hidupnya masing-masing. Kalau kelangsungan hidup manusia itu erat hubungannya dengan penyediaan sumber alam, marilah kita perhatikan suatu fakta yang sederhana. Penyediaan **krom sebagai bahan besi-baja-tanpa-karat dalam bentuk krom-oksida di dunia kurang lebih 1.200 X 10 ton**. Dari sini akan disaksikan dua cara pemakaian sumber alam ini. Amerika Serikat dengan gaya, sikap dan cara hidup bangsanya memerlukan 375 ton per 100.000 orang per tahun. Sedangkan negara lain di luar blok komunis hanya memerlukan 14 ton per 100.000 orang. Kalau manusia meningkat menjadi 24 milyar di dunia kelak dan pemakaian krom sama dengan apa yang berlaku di Amerika Serikat sekarang, persediaannya akan habis dalam tempo 13 tahun. Sebaliknya, kalau manusia berhasil menekan populasi menjadi satu milyar, misalnya, dan penggunaan krom diambil dari rata-rata pemakaian di AS dan di negara luar blok komunis, persediaan krom dapat bertahan sampai 9000 tahun. **Jadi, sebenarnya, waktu dapat dibuat tak terbatas, apabila ada perencanaan dan pengelolaan lingkungan.**

Walaupun populasi optimum sudah ditentukan, masih juga timbul beberapa masalah, yakni yang menyangkut penentuan ciri demografi yang optimum. Hal ini serupa dapat diatasi dengan bantuan simulasi komputer. Waktu yang lama diperlukan, bila simulasi menunjukkan, bahwa perlu dilakukan reduksi populasi manusia hingga ke tingkat tertentu dalam perjalanan masa.

h. Pemakaian sumber alam

Beberapa strategi sudah ada untuk segera meningkatkan efisiensi pemakaian energi. Antara lain, yang menyangkut penghematan penggunaan minyak bumi untuk pengangkutan bahan makanan dan bahan kebutuhan hidup lain. Usaha kita untuk berswasembada dalam keperluan bahan sandang dan pangan sesuai

sekali dengan sasaran penghematan energi pengangkutan itu. Sebaliknya, pegawai yang setiap hari harus pulang pergi Bogor-Jakarta, karena tinggal di Bogor dan bekerja di Jakarta, tidak cocok dengan keadaan zaman yang haus akan energi. Lebih tidak sesuai lagi, kalau negara yang sedang berkembang terpaksa harus mengekspor bahan mentah ke luar negeri, kemudian mengimpornya kembali sebagai barang olahan hasil industri. Kegiatan serupa itu harus segera dihindarkan. Jadi, umumnya, kita harus menyamaratakan sumber kekayaan alam dalam kelompok sosial, wilayah, atau bangsa dengan cara menekan biaya angkutan sampai minimum, tetapi mencermatkan penggunaan energi sampai maksimum.

Jika memungkinkan, kita harus berusaha mengawetkan sumber alam dengan jalan meresiklus/daur ulang bahan mineral. Sekarang ini banyak bahan yang menjadi aus, tidak terpakai lagi, karena tanpa rencana atau pertimbangan untuk dikembalikan menjadi bahan mentah yang digunakan kembali.

Manusia dapat berusaha secara maksimum mencermatkan penggunaan energi matahari dan bahan mineral dalam wilayah pertanian dengan cara menanam tanaman dan memelihara ternak di lingkungan yang betul-betul sesuai. Kenyataan sekarang sering menunjukkan adanya usaha pertanian atau peternakan di wilayah yang sub optimum. Sedangkan untuk kepentingan pemukiman dipilihnya tanah subur yang mempunyai potensi besar untuk pertanian. Hal yang semacam ini perlu segera dihindarkan. Tanaman, bukan orang, justru harus ditanam ditempat yang paling subur di suatu wilayah.

i. Teori Ekonomi Keseimbangan

Kebanyakan teori ekonomi zaman sekarang menganggap prosentasi kenaikan pendapatan nasional kotor itu penting dan dikehendaki. Anggapan yang demikian ini akhirnya akan membuat manusia menjadi sangat kaya sebagai spesies suatu organisme hidup, tetapi dengan jalan mengeksplotasi jasad hidup lain dan menghabiskan sumber kekayaan alam. Akibatnya, kita hanya

akan kehabisan sumber alam dan meningkatkan pencemaran dan kerusakan alam.

Manusia secara alam memang sudah dirangsang oleh pertumbuhan. Apa yang kita perlukan sekarang, ialah suatu pertumbuhan ekonomi, yang dapat meningkatkan pendapatan nasional kotor yang seimbang dengan kebutuhan kita untuk meningkatkan pendidikan, penelitian, kebudayaan, kesehatan masyarakat, pelayanan sosial, komunikasi, dan rekreasi. Setiap perencanaan dan perancangan pengembangan kota, wilayah, atau sistem pengangkutan harus menghayati usaha diatas, baik dalam tingkat nasional, maupun internasional.

j. Pencegahan Ketidakmampuan Lingkungan

Kemungkinan menekan pelebaran amplitudo ketidakmampuan dalam lingkungan hidup manusia dapat diusahakan dengan berbagai cara. Pertama, tentu saja dengan menekan kepadatan populasi manusia sejauh mungkin. Dalam populasi yang rendah, kemungkinan pandemi meluas akan tertekan serendah-rendahnya pula, dan bahaya kelaparan dapat berkurang. Ketidakmampuan sosial juga dapat dihindarkan, terutama yang disebabkan oleh persaingan karena kekurangan sumber alam di antara berbagai negara, wilayah, atau kelompok sosial.

Manusia juga dapat mengalakkan kestabilan ekonomi dan sosial dengan meninggalkan cara bertani monokultur dalam daerah yang sangat luas. Kelemahan sistem pertanian monokultur dapat diperlihatkan oleh tragedi yang menimpa Irlandia akibat kehancuran produksi kentang. Antara tahun 1785 hingga tahun 1845, populasi Irlandia meningkat dari 2,8 juta menjadi 8,3 juta. Selama itu pertanian Irlandia hanya bergantung pada satu jenis tanaman, yakni kentang. Kemudian hama kentang antara tahun 1845 hingga 1851 menimbulkan kelaparan kepada satu juta orang dan penduduk selebihnya banyak yang beremigrasi.

Strategi lain untuk mengurangi ketidakmampuan lingkungan adalah dengan menyelenggarakan program monitor, penelitian, dan pengelolaan berbagai

sumber kekayaan alam secara internasional. Terutama sumber kekayaan alam yang bersifat global, seperti udara, lautan, padang pasir, kutub utara dan kutub selatan. Perlu adanya jaminan, bahwa sumber kekayaan alam semacam itu dapat dimanfaatkan seproduktif dan sebijaksana mungkin. Satu cara penting untuk menjamin kestabilan lingkungan adalah dengan mengalakkan dan melaksanakan pelbagai tata guna tanah yang beranekaragam. Dalam menjamin keanekaragaman tata guna tanah, kita harus, misalnya, memahami pentingnya menyediakan atau menyisihkan hutan lindung atau hutan tutupan, memahami peranan hutan wisata ilmiah, cagar alam, dan suaka margasatwa. Tugas kita di kawasan hutan ini lebih bersifat melindungi daripada mengelola. Percobaan dalam mencari sistem tata guna tanah, yang dapat menunjukkan keseimbangan antara penggunaan sumber alam dan pemeliharaan kelestarian lingkungan alam, perlu digalakkan. Mungkin percobaan yang dilakukan dengan penuh kesabaran akan melahirkan suatu sistem tata guna tanah, yang belum pernah dilaksanakan sebelumnya sepanjang peradaban manusia. Tanpa keberanian untuk mencoba hal yang baru dalam hal itu, manusia dapat dianggap sebagai pengembara yang menghancurkan jalan yang pernah dilaluinya, dan bila menemukan jalan buntu, maka sekaligus tak punya jalan untuk berbalik.

k. Taktik dan Strategi Dalam Tindakan Koreksi

Analisa tentang kesalahan manusia di masa lampau, yang berhubungan dengan memelihara keseimbangan populasi dengan lingkungan menunjukkan, bahwa terdapat dua pokok kelemahan dan kekurangan, yaitu :

1. Kelemahan dalam keputusan yang dibuat oleh pengelola, perencana dan penguasa
2. Kekurangan dukungan sosial politik untuk menentukan kebijaksanaan atau tindakan yang dapat mencegah eksploitasi lingkungan bagi kepentingan pribadi atau golongan

Untuk mengatasi kedua masalah di atas memang berat. Di negara yang sedang maju, yang tingkat pendidikan warga negaranya sudah cukup tinggi,

masalah serupa ini tak begitu sukar diatasi. Dengan menggunakan simulasi komputer, misalnya, orang dapat menghitung secara nyata suatu rasio biaya dan keuntungan dari suatu rencana proyek pembangunan. Kemudian rencana proyek ini dapat disebar-luaskan kepada segenap lapisan masyarakat untuk sama-sama turut menilai baik buruknya. Selanjutnya, melalui wakil rakyat di lembaga perwakilan dapat disalurkan umpan balik yang bersifat kritik dan koreksi. Kritik dan koreksi ini dapat kemudian ditampung oleh lembaga eksekutif untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan dan cermin pendapat umum. Pengikutsertaan masyarakat dalam pertimbangan perencanaan proyek pembangunan sebetulnya bukan monopoli negara yang sudah maju. Hubungan komunikasi timbal balik antara pemerintahan dan rakyat dapat juga dibina di negara yang sedang berkembang, seperti Indonesia. Media komunikasi dan penerangan Indonesia, misalnya, baik dalam bentuk surat kabar, majalah, maupun siaran radio dan TV sudah cukup menyebar kepelbagai lingkungan masyarakat. Masalah yang masih merupakan hambatan adalah taraf pengetahuan dan pendidikan sebahagian besar rakyat Indonesia yang relatif masih rendah. Meskipun demikian, hambatan yang semacam ini membuka kesempatan lebar kepada lingkungan masyarakat terpelajar di negara yang sedang berkembang untuk memberikan darmabakti kepada bangsanya. Kaum cendekiawan Indonesia dapat menunjukkan peranannya dengan dua jalan ;

1. Menjadi juru penerang kepada masyarakat mengenal berbagai masalah lingkungan. Dari mulai bidang pengolahan tanah pertanian, pengolahan kesehatan masyarakat dan sanitasi, masalah kependudukan, peranan hutan, pengontrolan banjir, penghijauan, dan sebagainya. Caranya dapat melalui dakwah atau khotbah di surau dan di mesjid, dalam latihan kepramukaan, lembaga pendidikan resmi maupun tidak resmi, penyuluhan oleh juru penerang dan pegawai pertanian. Hal yang cukup menggembirakan adalah makin banyak para sarjana yang mau menulis karangan ilmiah dan semi-ilmiah dalam berbagai surat kabar dewasa ini.

2. Kuliah Kerja Nyata yang diselenggarakan oleh perguruan tinggi di Indonesia juga merupakan salah satu usaha baik dalam rangka meningkatkan peranan kaum pelajar untuk turut menanggulangi masalah yang timbul dalam masyarakat. Sebetulnya, kegiatan mahasiswa untuk terjun dalam bidang peningkatan taraf pengetahuan masyarakat tidak usah terbatas dalam bentuk kuliah kerja nyata saja. Mahasiswa di India, Nepal, Malaysia terjun ke kampung yang jauh dari kota secara sukarela dalam masa liburan. Mereka mengisi kekurangan guru di sekolah, turut memberikan penyuluhan dalam berbagai masyarakat di kampung, setaraf dengan BUTSI, tetapi bukan untuk sarjana (muda), dan bersifat tidak resmi.
3. Memberikan umpan balik dan kontrol sosial kepada pemerintah, dalam proyek pembangunan yang mungkin memberikan pengaruh besar kepada lingkungan secara meluas. Rupanya, telah menjadi kelemahan manusia untuk dapat mudah menangkap keuntungan yang segera dapat dicapai, sambil tetap buta akan akibat buruk yang timbul di masa mendatang.

Tindakan serupa itu dapat dilakukan baik oleh rakyat, maupun oleh pemerintah. Hutan yang gundul dilereng terjal adalah akibat tindakan rakyat yang ingin memperluas ladang pertaniannya. Tindakan serupa itu diikuti oleh peristiwa tanah longsor dan banjir di musim hujan. Dan penggunaan hidrologi yang menyebabkan keringnya sungai bagi kepentingan hidup mereka selanjutnya. Sebaliknya, pembangunan bendungan Aswan di Mesir, reklamasi padang rumput alam di Rusia, laterisasi tanah di Dahomey, merupakan *tindakan pemerintah* yang membawa kesan tragis kepada rakyat. Usaha saling mengontrol antara pemerintah dengan rakyatnya, terutama kalau dibantu oleh teknik simulasi komputer akan dapat mengurangi kekeliruan dalam pemanfaatan dan pengelolaan lingkungan.

RANGKUMAN

Wilayah yang memungkinkan adanya kehidupan adalah antara 0.95 sampai 1.5 AU (unit astronomi, yakni jarak matahari / bumi) di dalamnya termasuk Bumi serta Mars. Kemungkinan adanya suatu bentuk kehidupan di Mars akan beda perwujudannya dengan kehidupan yang ada di Bumi.

Hipotesis Gaia menyatakan bahwa keberadaan makhluk hidup di Bumi merupakan “pengendali” keadaan di Bumi yang memungkinkan berlangsungnya kehidupan itu sendiri.

Perbedaan antara hidup dan mati tidak mempunyai batasan yang jelas, yang pasti suatu individu yang baru selalu berasal dari sel induk sebelumnya, hidup berada dalam proses yang ditransmisikan dari makhluk hidup kepada keturunannya secara bersambung.

Biosfer adalah bulatan bumi di mana lingkungan hidup berada dan kehidupan berlangsung. Tingkatan organisasi kehidupan dalam ekologi yang terkecil adalah individu (*in = tidak divide = terbagi*) dari makhluk hidup. Kumpulan individu makhluk hidup yang terdiri atas jenis atau spesies yang sama disebut populasi. Komunitas adalah kumpulan populasi yang berinteraksi dengan menghuni suatu habitat. Kumpulan komunitas membentuk ekosistem dan kumpulan dari ekosistem disebut ekosfer.

Ekosistem merupakan satuan fungsional dalam ekologi dan merupakan sistem yang mempunyai sifat dan ukuran yang beraneka ragam. Tergantung pada kondisi habitat dan tingkat organisasinya.

Strategi umum bagi umat manusia

Pandangan pihak optimis berpendapat, bahwa sama sekali tidak terdapat krisis kepadatan penduduk di muka bumi ini. Hal yang dapat menyokong pendapat ini, yaitu : Banyak bagian di muka bumi ini yang masih belum dihuni oleh manusia secara padat dan memiliki penduduk yang lebih padat di masa lalu, dibandingkan dengan di masa kini. Pihak pesimis berpendapat degradasi sifat kimia & fisika bumi; semua ini akibat meningkatnya populasi manusia di dunia.

LATIHAN

1. Dalam memandang masalah lingkungan, ada kalangan yang memiliki pandangan optimis, ada pula yang pesimis. Apa saja yang dikemukakan oleh orang yang menganut pandangan optimis?
2. Alasan apa saja yang dikemukakan oleh kalangan pesimis untuk menyatakan bahwa ada masalah dalam hal pengelolaan lingkungan?
3. Apa pengaruh populasi manusia terhadap keseimbangan ekosistem?
4. Bagaimana cara mencegah penurunan daya dukung lingkungan?
5. Apa contoh dari penjabaran kebijakan pemerintah Indonesia untuk mengatasi masalah pengelolaan lingkungan?

TES FORMATIF 1

Pilih salah satu jawaban yang paling tepat dari beberapa alternatif jawaban yang disediakan!

- 1). Di alam raya ini sudah ada kehidupan menurut teori terdapat
 - A. 1-2 Unit Astronomi (AU)
 - B. 0,95 – 1,5 AU
 - C. 0,95 – 1,1 AU
 - D. 0,95 – 1,0 AU
- 2). Daerah yang mencakup berbagai jenis habitat dengan komunitas dan ekosistem yang dipengaruhi oleh keberadaan perairan sekitarnya disebut :
 - A. Sungai
 - B. Lautan
 - C. Akuatik
 - D. Rawa
- 3). Hipotesis Gaia bahwa:
 - A. Kehidupan tidak tergantung pada keadaan bumi
 - B. Kehidupan tidak berpengaruh apapun bagi kelangsungan bumi
 - C. Bumi sangat membutuhkan kehidupan

D. Kehidupan mempengaruhi Bumi sehingga sesuai untuk mendukung kehidupan

- 4). Kelompok populasi yang mengeksploitasi sumber daya yang sejenis dengan cara yang sama adalah :
- A. Guild
 - B. Individu
 - C. Komunitas
 - D. Herbivora
- 5). Komunitas tumbuhan dan hewan yang terdapat pada sebuah benua adalah :
- A. Formasi
 - B. Populasi
 - C. Fisiognomi
 - D. Bioma
- 6) Yang mengemukakan empat macam alasan yang menyokong pendapat, adanya hubungan yang erat antara peningkatan populasi dan perkembangan serta kemajuan bangsa adalah :
- A. Clark, (1967)
 - B. Claudia, (1967)
 - C. Cleopatra, (1967)
 - D. Christian, (1967)
- 7). Dalam strategi hidup kita di masa yang akan datang perlu diambil dua jalan, yaitu :
- A. mereka-reka sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.
 - B. membuat sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan memboroskan pemakaian energi.
 - C. mencoba membeli sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat penjualan energi.
 - D. mencoba menemukan sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.

- 8). Ekosistem merupakan satuan fungsional dalam ekologi dan merupakan sistem yang mempunyai sifat dan ukuran yang beraneka ragam. Tergantung pada :
- A. kondisi fisik dan tingkat kelasnya
 - B. kondisi habitat dan tingkat organisasinya
 - C. tingkat habitat dan kondisi organisasinya
 - D. kondisi bioma dan tingkat spesiesnya
- 9). Hubbert, 1969, meramalkan, bahwa masih akan dapat digali sekitar minyak mentah lagi dari dalam bumi ini di masa yang akan datang. perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan
- A. 1.200 hingga 2.300 milyar barrel
 - B. 1.350 hingga 2.100 milyar barrel
 - C. 1.500 hingga 3.100 milyar barrel
 - D. 2.350 hingga 4.100 milyar barrel
- 10). Kumpulan populasi yang berinteraksi dengan menghuni suatu habitat adalah.:
- A. Ekosfer
 - B. Globalisasi
 - C. Komunitas
 - D. Populasi

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir Modul ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

Rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan Anda mencapai 80% ke atas, Anda cukup memahami kegiatan belajar 1. **Bagus!** Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan

KUNCI JAWABAN

Tes Formatif 1

1. D. 12.756,32 km
2. C. 5000⁰ C
3. B. Air, Oksigen dan energi
4. D. Pembakaran dan pelepasan energi dari biota
5. A. Troposfer
6. B. gerakan yang ditimbulkan oleh lempeng benua yang tepinya berada di sekitar laut dangkal. tahun 1900
7. A. Mineral
8. D. kerak Bumi
9. D. Hidrosfer penting dalam kehidupan hayati
10. D . 1,4 x 10 ton air

Tes Formatif 2

1. B. 0,95 – 1,5 AU
2. C. Akuatik
3. D. Kehidupan mempengaruhi Bumi sehingga sesuai untuk mendukung kehidupan
4. A. Guild
5. D. Bioma
6. A. Clark, (1967)
7. D. mencoba menemukan sumber energi lain (energi geothermal, misalnya), dan menghemat pemakaian energi.
8. B. kondisi habitat dan tingkat organisasinya
9. B. 1.350 hingga 2.100 milyar barrel
10. C. Komunitas

DAFTAR PUSTAKA**Kegiatan Belajar 1**

- Anon. 1971. *Enclopedia Americana*. Vol. 9. Americanan Corporation, New York, USA : 954 pp.
- Anon. 1989. *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jilid 5. PT. Cipta Adi Pustaka, Jakarta : 592 pp.
- Bayong, Tj HK., 2003. *Geosains, Penerbit*. ITB, Bandung.
- Michele Zeilik, 1976. *Astronomy*, Hasper and Row Publisher, New York.
- Soerjani, M. 1997. *Pembangunan dan Lingkungan. Meniti Gagasan dan Pelaksanaan Sustainable Development Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan*, Jakarta 48 pp.

Kegiatan Belajar 2

- Andreson, J.M. 1981. *Ecology for Environmental Sciences : Biosphere, Ecosystems and Man*. Edward Arnold. London : 175 pp.
- Anon, 1989. *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jilid 5. PT. Cipta Adi Pustaka, Jakarta : 592pp.
- Bayong, Tj HK., 2003. *Geosains, Penerbit*. ITB, Bandung.
- Kasting. J.F., O.B. Toon & J.B. Pollack. 1988. How climate evolved on the terrestrial planet. *Scientific American* 2568 (2) : 46-53.
- Marten., G.T. 2001. *Human Ecology. Basic concept for sustainable development*. Earthcan Publ. Ltd., Glasgow, UK : 237 pp.
- Miller Jr., G.T. 1979. *Living in the Environment*. Second Ed'n. Wadsworth Publ. Coy. Belmont USA : 470 pp.
- Muslimin, L.W. 1995. *Mikrobiologi Lingkungan*. Universitas Hasanudin bekerja sama dengan P3SL DIKTI DEPDIKBUD, Jakarta : 174 pp.
- Nirarita, CK Endah, P. Wibowo & D. Padwinata (Eds). 1996. *Ekosistem Lahan Basah Indonesia.*, Canada Fnd, PPPGIPA, British Petroleum, Bogor : 379 pp.

Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar ekologi* (Terjemahan T. Samingan). Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta : 697 pp.

Resosoedarmo, S. K. Kartawinata dan A. Sugiarto, 1985. *Pengantar Ekologi*. Fakultas Pascasarjana IKIP Jakarta sama dengan BKKBN, Jakarta : 149 pp.

Ribes, B. 1978, *Biology and Ethics*. Unesco, Paris : 36 – 56.

Soerjani. M. 1997. *Pemabngunan dan Lingkungan. Meniti Gagasan dan Pelaksanaan. Sustainable Development*. Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan, Jakarta : 48 pp.

Starr, C. & R. Taggart. 1994. *Biology, the diversity of live. Third Ed'n* Wadsworth Publ. Co. Belmont, USA : 47 pp.

www.microsoft.com/product/encarta., copyright© 2009 Microsoft Corporation All rights reserved Term of use