



ENVIRONMENTAL SCIENCE

Penulis:
Sri Purwati
Jailani



BIOLOGY EDUCATION STUDY PROGRAM

FACULTY OF TEACHER TRAINING AND EDUCATION
MULAWARMAN UNIVERSITY 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada kehadiran Allah yang Maha Kuasa karena atas anugerahnya kami dapat menyelesaikan bahan ajar dengan judul Ilmu Lingkungan. Bahan ajar ini dijadikan sebagai salah satu sumber referensi bagi mahasiswa Pendidikan Biologi semeseter 2 yang melaksanakan perkuliahan ilmu lingkungan. Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof Dr. H. Amir Masruhim, M.Kes dalam memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan bahan ajar ilmu lingkungan.
2. Dr. Zulkarnaen, M.Si, selaku Wakil Dekan I yang selalu memotivasi penulis dalam menyelesaikan bahan ajar ini.
3. Prof.Dr. H. Mukhamad Nurhadi, M.Si yang selalu memberikan saran dalam kegiatan penyusunan bahan ajar.
4. Dr. Hj. Herliani., M.Pd. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan kesempatan, masukan dan saran dalam penulisan bahan ajar ilmu lingkungan.

Demikian pengantar ini, penulis menyadari bahan ajar ini masih mempunyai kekurangan sehingga saran dan masukannya sangat diharapkan untuk perbaikan penulisan ini.

Samarinda, 25 September 2021

Penulis,

Sri Purwati

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
Learning Activities Plan.....	1
BAB I PENGANTAR ILMU LINGKUNGAN	6
BAB II AZAS ILMU LINGKUNGAN	41
BAB III EKOLOGI SEBAGAI DASAR ILMU LINGKUNGAN	49
BAB IV EKOSISTEM.....	58
BAB V ETIKA LINGKUNGAN	78
BAB VI PENCEMARAN LINGKUNGAN.....	83
BAB VII MASALAH LINGKUNGAN GLOBAL.....	90
BAB VIII KESEHATAN LINGKUNGAN	96
BAB IX PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN.....	99
BAB X ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN.....	102
DAFTAR PUSTAKA	107

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Hal
1. Ekologi Sebagai Dasar Ilmu Lingkungan.....	51
2. Hubungan antara Ekologi dan Lingkungan Hidup.....	54
3. Perubahan dari Energi Matahari menjadi Energi Lain	71
4. Energi Hanya pindah Tempat, Jadi Tidak Dapat Hilang.....	73
5. Contoh Ilustrasi hukum Konservasi	76
6. Grafik Pergeseran Mortalitas Karena Penyakit yang Disebabkan Mikroorganismen dan yang Disebabkan Pencemaran Lingkungan	86
7. Dengan Adanya Sistem Kekebalan Tubuh Manusia dapat Bertahan Terhadap Bermacam-macam Parasit, tetapi Terhadap Bahan Berbahaya dan Beracun manusia tidak Tahan.....	87
8. Proses pembentukan Smog Menurut Haagen-Smith	94
9. Dampak Lingkungan Akibat Pertumbuhan Penduduk.....	94



MINISTRY OF EDUCATION AND CULTURE
MULAWARMAN UNIVERSITY
FACULTY OF TEACHER TRAINING AND EDUCATION
Address: Jalan Muara Pahu Gunung Kelua Campus, Samarinda City, 75123
Telephone: 0541-743651, Fax: 0541-74329, Email:dekan@fkip.unmul.ac.id
Website: <http://fkip.unmul.ac.id>

LEARNING ACTIVITIES PLAN

Undergraduate Programme In Biology Education	Module Description
Module Name:	Environmental Science
Module level:	Undergraduate Programme
Course Code	19050162W012
Courses included in the module, if applicable:	Not Applicable
Semester/Term:	II/ One year
Module coordinator(s):	Drs. Jailani, M.Si.
Lecturer(s):	1. Drs. Jailani, M.Si. 2. Sri Purwati., S.Pd., M.Si.
Language:	Bahasa Indonesia (<i>Indonesian</i>)
Classification within the curriculum:	Compulsory/ Elective
Teaching format/class hours per week during the semester:	2 contact hours of lectures (Indonesia credit semester or sks*)
Workload :	2 x 50 minutes lectures, 2 x 60 minutes structured

	<p>activity,</p> <p>2 x 60 minutes individual activity, 14 weeks per semester,</p> <p>90 total hours per semester ~ 1.59 ECTS**</p>
Credit Point:	2 Sks (3.18 ECTS)
Requirements:	-
<p>Learning goals/competencies:</p> <p>(Tujuan Pembelajaran yang memuat sikap, pengetahuan, ku dan kk)</p>	<p>After taking this course, students will be:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Demonstrate a responsible attitude towards work in the field of expertise independently 2. Able to master basic theories, concepts, principles and procedures in the field of biology and the interaction of organisms with Moist Topical Forests and their Environment 3. Able to apply logical, critical, systematic, and innovative thinking in making strategic decisions by paying attention to and applying humanities values in accordance with the field of biology and learning based on relevant information and data 4. Able to design, implement, publish research results so that they can be used as an alternative to solving problems in the field of biology and learning in Moist Topical Forests and their Environment
Content:	<p>Studies in the course include: (1) environmental science concepts, (2) various environmental problems, (3) basic concepts of ecology and environmental science, (4) 14 principles of environmental science, (5) land resources, (6) natural resources. forest and minerals, (7) environmental ethics, (8) environmental pollution, (9) environmental health, (10) food sanitation, (11) water and settlement sanitation, (12) environmental policy strategies, (13) environmentally sound development and environmental impact analysis. Lecturers, in managing learning, apply student-centered learning, with a problem-based learning model</p>
Attribute Soft skill:	Discipline, collaboration, and responsibility

Study/exam achievements:	Students are declared to have passed the course if they get a minimum score of 60% of the total final grade or fall into category C. The final grade is calculated using scheme 5, with details of the percentage as follows: 1. Mid-Semester Examination (30%) 2. Final Semester Examination (40%) 3. Tasks (20%) 4. Affective (10%)
Learning Methods and Models:	Cooperative learning
Form of Media:	Power point slides, multimedia
Literature (primary references):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Istamar Samsyuri, 1999. Environmental Knowledge 2. Anderson H. Stanley, Ronald EB & Waltow, 1993, Environmental Science, New York: Mc. Millan Publishing 3. Company Miller GY,2000, Living in the Environment , Principles, connection & Solution, 9th edition, California: Wadsworth Publishing Company 4. Soemarwoto, O., 1985, Environmental Ecology and Development, Jakarta: Djambatan Publisher. 5. July Soemirat Slamet. . Environmental Health. Gadjah Mada University Press.
Notes:	*1 SKS in learning process = three periods consist of: (a) scheduled instruction in a classroom or laboratory (50 minutes); (b) structured activities (60 minutes); and (c) individual activity (60 minutes) according to the Regulation of Indonesia Ministry of Research, Technology, and Higher Education No. 44 Year 2015 jo. the Regulation of Indonesia Ministry of Research, Technology, and Higher Education No. 50 Years 2018.

Course Code : 19050162W012
Semester : 2
Studi Program : Biologi Education

Program Learning Outcome (PLO):

A3 Demonstrate a responsible attitude towards work in the field of expertise independently
K1 Able to master basic theories, concepts, principles and procedures in the field of biology and the interaction of organisms with Moist Topical Forests and their Environment
GS2 Able to apply logical, critical, systematic, and innovative thinking in making strategic decisions by paying attention to and applying humanities values in accordance with the field of biology and learning based on relevant information and data
SS3 Able to work with and be responsible in accordance with knowledge in the field of biology by utilizing natural resources in the context of Tropical Rain Forest and its Environment

Course Learning Outcomes (CLO):

1. Able to demonstrate a responsible attitude towards work in their field of expertise independently in attending Environmental science
2. Able to master basic theories, concepts, principles and procedures in the field of Environmental science
3. Able to follow developments in the field of Environmental science on an ongoing basis as a scientific basis for his profession
4. Able to master work skills in the field of Environmental science by utilizing science and technology

CLO-PLO Correlation

CLO	PLO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2			✓									
3				✓								
4									✓			
5												✓

Course Description

Studies in the course include: (1) environmental science concepts, (2) various environmental problems, (3) basic concepts of ecology and environmental science, (4) 14 principles of environmental science, (5) land resources, (6) natural resources, forest and minerals, (7) environmental ethics, (8) environmental pollution, (9) environmental health, (10) food sanitation, (11) water and settlement sanitation, (12) environmental policy strategies, (13) environmentally sound development and environmental impact analysis. Lecturers, in managing learning, apply student-centered learning, with a problem-based learning model

BAB I

ILMU LINGKUNGAN

Ilmu Lingkungan adalah suatu studi yang sistematis mengenai lingkungan hidup dan kedudukan manusia yang pantas di dalamnya. Perbedaan utama ilmu lingkungan dan ekologi adalah dengan adanya misi untuk mencari pengetahuan yang arif, tepat (valid), baru, dan menyeluruh tentang alam sekitar, dan dampak perlakuan manusia terhadap alam. Misi tersebut adalah untuk menimbulkan kesadaran, penghargaan, tanggung jawab, dan keberpihakan terhadap manusia dan lingkungan hidup secara menyeluruh. Timbulnya kesadaran lingkungan sudah dimulai sejak lama, contohnya Pluto pada 4 abad Sebelum Masehi telah mengamati kerusakan alam akibat perilaku manusia. Pada zaman modern, terbitnya buku *Silent Spring* tahun 1962 mulai menggugah kesadaran umat manusia.

Di Indonesia tulisan tentang masalah lingkungan hidup mulai muncul pada 1960-an. Sejak itu Indonesia terus aktif mengikuti pertemuan puncak yang membicarakan tentang lingkungan hidup secara global, yaitu Konferensi Stockholm pada 1972; Earth Summit di Rio de Janeiro tahun 1992; dan WSSD di Johannesburg, tahun 2002. Ilmu lingkungan meliputi hubungan interaksi yang sangat kompleks sehingga untuk memudahkan mempelajarinya dilakukan berbagai pendekatan, antara lain: homeostasis, energi, kapasitas, simbiosis, sistem, dan model.

Permasalahan lingkungan hidup terdiri dari permasalahan lingkungan global dan sektoral.

1. Contoh permasalahan lingkungan global adalah: pertumbuhan penduduk, penggunaan sumber daya alam yang tidak merata; perubahan cuaca global karena berbagai kasus pencemaran dan gaya hidup yang berlebihan; serta penurunan keanekaragaman hayati akibat perilaku manusia, yang kecepatannya meningkat luar biasa akhir-akhir ini.

2. Contoh permasalahan lingkungan sektoral dibahas masalah lingkungan yang terjadi di Indonesia. Masalah tersebut terjadi pada berbagai ekosistem, seperti yang terjadi di kawasan pertanian, hutan, pesisir, laut, dan perkotaan.

Adapun usaha mengatasi permasalahan lingkungan dilakukan dengan berbagai pendekatan. Pendekatan yang dibahas adalah cara ilmu pengetahuan dan teknologi, ekonomi, penegakan hukum, dan etika lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang menjadi sangat kompleks diperlukan berbagai upaya pendekatan sekaligus secara sinergis.

Struktur Ekosistem

Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, batasan dari ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. Secara struktural ekosistem terdiri dari komponen biotik dan abiotik.

1. Komponen biotik ekosistem meliputi: sumber daya tumbuhan, sumber daya hewan, jasad renik, dan sumber daya manusia.
2. Komponen abiotik ekosistem meliputi: sumber daya tanah, sumber daya air, sumber daya energi fosil, udara, serta cuaca dan iklim.

Masing-masing komponen yang menjadi bagian dari ekosistem tersebut saling berinteraksi dan saling mempengaruhi dengan erat. Adapun faktor lingkungan pembatas berperan besar dalam menentukan komposisi organisme dalam suatu ekosistem. Dalam konsep faktor pembatas dikemukakan bahwa setiap organisme memiliki kisaran toleransi terhadap setiap faktor lingkungan abiotik.

1. Fungsi Ekosistem

Untuk memahami bagaimana ekosistem berfungsi maka hal mendasar yang perlu dipahami adalah terdapatnya aliran energi ke dalam ekosistem dan terjadinya daur materi di dalam ekosistem. Kedua hal tersebut dapat diamati pada proses produksi dan dekomposisi, rantai dan jaring makanan, adanya tingkatan tropik di dalam ekosistem, serta terjadinya daur biogeokimia yang berlangsung secara terus-menerus dan berkesinambungan. Energi ialah segala sesuatu yang dapat melakukan pekerjaan.

Sumber energi dapat dikelompokkan menjadi: sumber energi tak terbarui (non renewable) yaitu sumber energi fosil dan nuklir, sumber energi terbarui (renewable) yaitu sumber energi bukan fosil, misalnya tenaga air dan tenaga angin.

Rantai makanan merupakan perpindahan energi makanan dari sumber daya tumbuhan melalui seri organisme atau melalui jalur makan-memakan. Rantai makanan dibagi atas dua tipe dasar, yaitu: rantai makanan rerumputan (grazing food chain), dan rantai makanan sisa (detritus food chain).

Unsur yang merupakan persinggungan (interface) antara komponen habitat yaitu tanah/batuan, air, dan atmosfer, terjadi proses-proses baik fisik, kimia, maupun biologi yang silih berganti atau bersamaan yang disebut proses biogeokimia, karena proses ini terjadi berulang-balik, maka proses ini disebut daur biogeokimia.

Di dalam daur unsur atau senyawa kimia dapat ditemukan adanya 2 (dua) kutub, yaitu kutub cadangan dan kutub pertukaran atau kutub peredaran. Dari segi biosfer, daur biogeokimia terdiri dari 2 (dua) kelompok, yaitu tipe gas dan tipe sedimen.

2. Komunitas

Komunitas biotik berperan sangat penting dalam keseimbangan ekosistem. Komunitas adalah beberapa populasi yang hidup pada suatu habitat fisik tertentu, yang merupakan suatu unit organisasi dengan karakteristik tertentu sebagai tambahan dari komponen karakteristik populasi penyusunnya, dan berfungsi sebagai suatu unit melalui berbagai transformasi metabolik. Ukuran dan komposisi spesies pada komunitas adalah berbeda-beda, namun dapat dikelompokkan sesuai dengan tingkatan tropiknya, yaitu produsen, konsumen, dan dekomposer. Karakter umum dari suatu komunitas biasanya ditentukan oleh spesies yang dominan pada komunitas tersebut. Keanekaragaman spesies merupakan faktor penting dari suatu komunitas selain dominansi. Keanekaragaman komunitas ditentukan pula oleh pola

komunitas yang merupakan pola penyebaran atau stratifikasi dari spesies yang hidup pada komunitas tersebut.

3. Populasi

Populasi adalah sekelompok individu spesies yang sama yang menempati suatu ruang, dan secara kolektif mempunyai sifat yang khas sebagai suatu kelompok. Sifat kolektif tersebut antara lain adalah kepadatan populasi, natalitas, mortalitas, dan distribusi umur. Populasi pada umumnya ada dalam keseimbangan yang dinamis, yang dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor. Faktor keseimbangan yang mendorong perkembangan populasi antara lain laju reproduksi, penyebaran, mekanisme pertahanan diri, dan kemampuan bertahan pada kondisi sulit. Faktor pendorong tersebut berinteraksi pula dengan faktor penghambat yang antara lain adalah keterbatasan sumber, habitat yang kurang cocok, kondisi cuaca, persaingan, predator, parasit, dan penyakit. Adapun pola interaksi spesies antarpopulasi dapat berbentuk interaksi netral, interaksi negatif, maupun interaksi positif. Berbagai bentuk interaksi tersebut masih belum semuanya ditemukan oleh manusia, sedangkan gangguan yang terjadi terhadap interaksi tersebut akan berpengaruh kepada ekosistem secara keseluruhannya.

4. Spesies dan Spesiasi

Berbagai tempat di permukaan bumi memiliki kondisi lingkungan yang berbeda-beda, yang membentuk habitat dan relung ekologis yang berbeda-beda pula. Spesies yang terbentuk melalui proses spesiasi dapat menempati habitat dan relung ekologis yang berbeda-beda tersebut karena kemampuan intrinsiknya, seperti batas toleransi, kemampuan adaptasi terhadap berbagai faktor seleksi alam, dan dimungkinkan karena adanya variasi genetik. Proses spesiasi yang umum terjadi adalah spesiasi allopatrik, parapatrik, sympatrik, dan polyploidy. Sedangkan spesiasi akibat campur tangan manusia dapat terjadi dalam proses domestikasi. Proses spesiasi juga tak terlepas dari evolusi dan perkembangan faktor habitat dan relung ekologis melalui segregasi relung ekologis.

5. Kedudukan Manusia dalam Lingkungan Hidup dan Dinamika Populasi

Manusia sebagai makhluk hidup membutuhkan lingkungan abiotik dan lingkungan biotik, selain kebutuhan pokok primer dan sekunder manusia yaitu makan, minum dan tempat tinggal, manusia juga membutuhkan sosialisasi.

Manusia mempunyai kelebihan dari makhluk hidup yang lain yaitu dalam perkara (noosfir/akal). Sehingga dalam pemanfaatan sumber alam, manusia dapat mengelolanya secara lebih efisien dan efektif dibandingkan makhluk hidup yang lain.

Dengan adanya saling ketergantungan di antara manusia di dalam memanfaatkan dan mengelola sumber alam, maka terjadi kehidupan berkelompok sesuai dengan pembagian kerja dan aktivitas kerja sama kesatuan hidup manusia yang ditandai dengan hidup yang berkelompok menimbulkan keterikatan manusia pada norma-norma aturan-aturan dan adat-istiadat tertentu yang bersifat kontinu, sehingga membentuk masyarakat.

Seiring dengan pertumbuhan populasi manusia, manusia merupakan makhluk hidup dengan berstrategi "K", yaitu strategi yang memperhatikan batas daya dukung lingkungan. Kalau populasinya sudah mendekati batas daya dukung, maka akan terjadi perubahan laju kehidupan karena pengaruh kehidupan lingkungan yang menahan laju pertumbuhan sehingga pertumbuhan yang berhimpit dengan batas daya dukung (K).

6. Lingkungan Hidup Buatan

- a. Manusia pada kehidupannya memerlukan tempat untuk bernaung dan melindungi diri, oleh sebab itu manusia dalam bermasyarakat membentuk permukiman-permukiman.
- b. Dalam pembangunan permukiman diperlukan keseimbangan dengan ekosistem, sehingga tidak melebihi daya dukung lingkungan. Untuk itu diperlukan strategi berdasarkan keberlanjutan. Dengan pendekatan ekologi dapat diharapkan dapat:
 - 1) Memperbaiki dan menjamin penyediaan air bersih;
 - 2) Meminimumkan masalah pembuangan limbah;

- 3) Mengurangi pengubahan lahan subur untuk pertanian menjadi lahan permukiman dan membantu mempertahankan produktivitas lahan;
 - 4) Mengembangkan pola konservasi energi untuk keperluan hidup dan produksi barang;
 - 5) Memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang tersedia;
 - 6) Memadukan pemeliharaan dan pelayanan permukiman dengan penyediaan lapangan pekerjaan, pembangunan masyarakat, dan pendidikan.
- c. Dalam pengelolaan lingkungan hidup diperlukan beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk dapat menilai berfungsinya suatu lingkungan hidup yaitu mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi, keterkaitan baik antarjenis kehidupan maupun dengan lingkungan fisik, efisiensi dan efektivitas penggunaan energi yang tinggi. Industri merupakan salah satu usaha dalam pengolahan sumber alam yang diklasifikasikan menjadi industri primer, sekunder, dan tersier. Dalam pengelolaannya, industri mempunyai ciri dan karakteristik yaitu industri hulu, industri hilir, dan industri kecil. Industri mengolah sumber alam dengan bantuan teknologi dan mengeluarkan sisa pengolahannya yang disebut dengan limbah. Dengan kemajuan teknologi pengolahan dalam industri menggunakan bahan-bahan kimia yang dapat menimbulkan limbah sehingga menyebabkan pencemaran atau sebagai sumber pencemaran. Untuk menyerasikan pertumbuhan industri dengan menjaga kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial sekitarnya diperlukan beberapa cara yang dapat ditempuh yaitu dengan menempatkan industri-industri itu dalam kawasan-kawasan khusus, memberikan batas-batas maksimum bagi limbah industri yang akan dibuang ke lingkungan alam, dan meningkatkan kemampuan lingkungan untuk menyerap limbah industri, serta memilih teknologi bersih pencemaran bagi industri-industri yang akan dibangun.

7. Sumber Daya Alam Secara Umum

Sumber daya alam adalah unsur lingkungan alam, baik fisik maupun hayati, yang diperlukan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya dan meningkatkan kesejahteraannya. Faktor penentu sumber daya alam adalah kebutuhan manusia yang dapat berubah-ubah sepanjang waktu. Karena luasnya cakupan sumber daya alam, maka disusun klasifikasi sumber daya alam, yang antara lain meliputi sumber daya alam terbaru dan tak terbaru. Permasalahan sumber daya alam secara umum adalah ketersediaannya dan penggunaannya yang tak merata. Sedangkan untuk memenuhi standar hidup yang diinginkan manusia secara global, maka kebutuhan dan penggunaan sumber daya alam tersebut diperkirakan akan terus meningkat. Agar daya dukung tak terlewat, maka dibutuhkan pengelolaan sumber daya alam. Untuk sumber daya alam yang bersifat terbaru, maka perlu diperhatikan maximum sustainable yield sehingga manfaat dapat berkelanjutan. Untuk sumber daya alam yang tak terbaru, maka pengelolaan berbentuk penghematan, peningkatan efisiensi, daur ulang, dan pencarian alternatif pengganti, sehingga sumber daya alam tersebut dapat dipertahankan selama mungkin.

8. Sumber Daya Alam Terbaru

Jenis sumber daya alam terbaru yang dibahas adalah sumber daya lahan dan hutan. Sumber daya lahan di dunia terutama digunakan untuk lahan pertanian tanaman pangan. Penurunan kualitas sumber daya lahan antara lain disebabkan oleh erosi, penggurunan, dan perubahan peruntukan lahan yang tak terkelola dengan baik. Degradasi lahan karena erosi dipercepat oleh perilaku manusia yang salah dalam membuka dan mengelola lahan. Pengelolaan dan peruntukan lahan harus didasarkan pada karakter dan kemampuan lahan. Pengelolaan lahan mencakup pendekatan teknologi, konservasi, dan kearifan tradisional.

Sedangkan sumber daya hutan merupakan sumber daya alam terbaru yang banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai kepentingan. Kerusakan sumber daya hutan terutama hutan tropika mencapai kecepatan

yang mengkhawatirkan. Dengan demikian pengelolaan hutan terutama hutan alam di daerah tropika harus dilakukan secara lebih berhati-hati dan bijaksana.

9. Sumber Daya Alam Tak Terbarui

Sumber daya alam tak terbarui adalah sumber daya yang keberadaannya di bumi terbatas, dapat habis terpakai, dan oleh proses alami tak dapat diadakan kembali dalam waktu yang relatif singkat, contohnya adalah sumber daya mineral dan bahan tambang, serta energi fosil. Sumber daya mineral dan bahan tambang berasal dari lapisan kerak bumi yang terbentuk dari berbagai proses geologis seperti proses magmatis, hidrotermal, sedimentasi, dan proses pelapukan. Bahan tambang yang berupa logam dan non-logam banyak dimanfaatkan manusia untuk kepentingan industri. Permasalahan sumber daya tersebut yang berkaitan dengan lingkungan meliputi proses penambangan dan pengolahan bahan tambang. Adapun strategi pengelolaannya adalah penggunaan sehemat mungkin, daur ulang, dan pencarian bahan pengganti terutama dari sumber daya jenis terbarui. Sumber daya energi fosil sebagaimana namanya, berasal dari proses fosilisasi bahan organik selama jutaan tahun. Contohnya adalah batu bara yang merupakan fosil tumbuhan, serta minyak bumi dan gas alam yang merupakan fosil organisme perairan.

Penggunaan energi oleh manusia sampai saat ini masih didominasi oleh energi fosil sehingga cadangannya diperkirakan akan habis tidak lama lagi. Selain itu, proses penambangan, pengangkutan, pemrosesan, dan penggunaan energi fosil tersebut juga menimbulkan dampak lingkungan yang tidak kecil, terutama pembakaran fosil yang meningkatkan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang pada akhirnya akan menimbulkan bahaya pemanasan global. Energi fosil tidak dapat didaur ulang sehingga strategi pengelolaannya meliputi penghematan dan pencarian energi alternatif yang lebih ramah lingkungan seperti energi matahari, air, dan geotermal.

10. Pembangunan Konvensional dan Permasalahan Lingkungan Hidup

Teori pembangunan telah berkembang dari teori pembangunan berimbang, teori pembangunan pemenuhan kebutuhan pokok, teori

pemerataan selanjutnya teori pembangunan dengan kualitas hidup sebagai cikal bakal teori pembangunan yang berkelanjutan. Pada pelaksanaan teori awal pembangunan menimbulkan masalah pada lingkungan hingga seolah terjadi dikotomi antara pembangunan di satu pihak dan lingkungan di pihak lainnya. Permasalahan yang timbul karena pelaksanaan pembangunan sangat spesifik di masing-masing sektor pembangunan. Demikian pula pengelolaan lingkungan dari masing-masing permasalahan pembangunan juga berbeda.

11 .Konsep Pembangunan yang Berkelanjutan

Pembangunan yang berkelanjutan merupakan pengembangan dari konsep pembangunan yang sebelumnya. Pembangunan yang berkelanjutan didefinisikan sebagai pembangunan untuk memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Prinsip-prinsip kehidupan yang berkelanjutan:

- a. Menghormati dan memelihara komunitas kehidupan.
- b. Memperbaiki kualitas hidup manusia.
- c. Melestarikan daya hidup dan keragaman bumi.
- d. Menghindari sumber daya yang tidak terbarukan.
- e. Berusaha tidak melampaui kapasitas yang tidak terbarukan.
- f. Mengubah sikap dan gaya hidup orang per orang.
- g. Mendukung kreativitas masyarakat untuk memelihara lingkungan sendiri.
- h. Menyediakan kerangka kerja nasional untuk melakukan upaya pembangunan pelestarian.
- i. Menciptakan kerja sama global.

Konferensi pembangunan yang berkelanjutan yang diawali 5 Juni 1972 di Stockholm yang berhasil membentuk organisasi PBB di bidang lingkungan yang diberi nama UNEP (United Nations Environment Programme). Setelah itu setiap 10 tahun diadakan konferensi berturut-turut KTT tahun 1982 di Nairobi dengan hasil WCED (World Commission on Environment and Development), KTT tahun 1992 di Rio de Janeiro dan terakhir KTT tahun 2002 di Johannesburg.

Pembangunan yang berkelanjutan di Indonesia diaplikasikan dengan dibentuknya kementerian lingkungan hidup dari tahun 1972 hingga sekarang. Di samping itu, disertai kebijakan berbagai aspek di bidang lingkungan hidup sebagai konsekuensi ratifikasi konvensi PBB di bidang lingkungan.

RANGKUMAN

Pertumbuhan penduduk menjadi salah satu penyebab terjadinya eksploitasi sumber daya alam yang menyeraskan pertumbuhan industri. Dalam menjaga kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial sekitarnya diperlukan beberapa cara yang dapat ditempuh yaitu dengan menempatkan industri-industri itu dalam kawasan-kawasan khusus, memberikan batas-batas maksimum bagi limbah industri yang akan dibuang ke lingkungan alam, dan meningkatkan kemampuan lingkungan untuk menyerap limbah industri, serta memilih teknologi bersih pencemaran bagi industri-industri yang akan dibangun. Adapun usaha mengatasi permasalahan lingkungan dilakukan dengan berbagai pendekatan. Pendekatan yang dibahas adalah cara ilmu pengetahuan dan teknologi, ekonomi, penegakan hukum, dan etika lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang menjadi sangat kompleks diperlukan berbagai upaya pendekatan sekaligus secara sinergis

LATIHAN

1. Analisislah permasalahan lingkungan baik global, regional dan lokal!
2. Bagaimana meminimalkan permasalahan tersebut?
3. Jelaskan faktor penyebab dari permasalahan tersebut!

BAB II

AZAS ILMU LINGKUNGAN

AZAS 1

Semua energi yang memasuki sebuah organisme hidup, atau ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau terlepas. Energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain, tetapi tidak dapat hilang, dihancurkan, atau diciptakan.

Pengertian :

Asas ini adalah sebenarnya serupa dengan hukum termodinamika I, yang sangat fundamental dalam fisika. Asas ini dikenal sebagai hukum konservasi energi dalam persamaan matematika. Energi yang memasuki jasad hidup, populasi, atau ekosistem dapat dianggap energi yang tersimpan atau terlepas. Dalam hal ini sistem kehidupan dapat dianggap sebagai pengubah energi, dan berarti pula akan didapatkan berbagai strategi untuk mentransformasi energi.

Contoh banyaknya kalori, energi yang terbuang dalam bentuk makanan diubah oleh jasad hidup menjadi energi untuk tumbuh berbiak, menjalankan proses metabolisme, dan yang terbuang. Dalam dunia hewan sebagian energi hilang, misalnya, dalam bentuk tinjanya sebagian diambil oleh parasit yang terdapat dalam tubuhnya. Metabolisme hewan ini kemudian terbagi dalam beberapa komponen yang tetap dapat mempertahankan kegiatan metabolisme dasarnya.

AZAS 2

Tidak ada sistem pengubah energi yang benar-benar efisien.

Pengertian: Asas ini tak lain adalah hukum termodinamika kedua, ini berarti energi yang tak pernah hilang dari alam raya, tetapi energi tersebut akan terus diubah dalam bentuk yang kurang bermanfaat.

Contoh misalnya energi yang diambil oleh hewan untuk keperluan hidupnya adalah dalam bentuk makanan padat yang bermanfaat. Tetapi panas yang keluar dari tubuh hewan karena lari, terbang, atau berenang terbuang tanpa guna.

AZAS 3

Materi, energi, ruang, waktu, dan keanekaragaman termasuk kategori sumber alam.

Pengertian: memang jelas dalam asas kimia, bahwa perubahan energi oleh sistem biologi harus berlangsung pada kecepatan yang sebanding dengan adanya materi dan energi di lingkungannya. Pengaruh ruang secara asas adalah beranalogi dengan materi dan energi sebagai sumber alam.

Contoh misal pada ruang yang sempit bagi suatu populasi yang tingkat kepadatannya tinggi mungkin akan terjadi terganggunya proses pembiakan. Pada ruang yang sempit hewan jantan akan bertarung untuk mendapatkan betina sehingga pembiakan terganggu. Sebaliknya kalau ruang terlalu luas, jarak antar individu dalam populasi semakin jauh, kesempatan bertemu antara jantan dan betina semakin kecil sehingga pembiakan akan terganggu. Ruang dapat juga memisahkan jasad hidup dengan sumber bahan makanan yang dibutuhkan, jauh dekatnya jarak sumber makanan akan berpengaruh terhadap perkembangan populasi. Waktu sebagai sumber alam tidak merupakan besaran yang berdiri sendiri. Misal hewan mamalia di padang pasir, pada musim kering tiba persediaan air habis dilingkungannya, maka harus berpindah ke lokasi yang ada sumber airnya. Berhasil atau tidaknya hewan bermigrasi tergantung pada adanya cukup waktu dan energi untuk menempuh jarak lokasi sumber air. Keanekaragaman juga merupakan sumberdaya alam. Misal semakin beragam jenis makanan suatu spesies semakin kurang bahayanya apabila menghadapi perubahan lingkungan yang dapat memusnahkan sumber makanannya. Sebaliknya suatu spesies yang hanya tergantung satu jenis makanan akan mudah terancam bahaya kelaparan.

AZAS 4

Untuk semua kategori sumber alam, kalau pengadaannya sudah mencapai optimum, pengaruh unit kenaikannya sering menurun dengan penambahan sumber alam itu sampai ke suatu tingkat maksimum. Melampaui batas maksimum ini tak akan ada pengaruh yang menguntungkan lagi.

untuk semua kategori sumber alam (kecuali keanekaragaman dan waktu) kenaikan pengadaannya yang melampaui batas maksimum, bahkan akan berpengaruh merusak karena kesan peracunan. Ini adalah atas penjenruhan,. Untuk banyak gejala sering berlaku kemungkinan penghancuran yang disebabkan oleh pengadaan sumber alam yang sudah mendekati batas maksimum.

Asas ini dapat dijelaskan dengan gambar, dimana batas suhu maksimum membatasi kegiatan hidup dalam sistem biologi : Asas 4 tersebut terkandung arti bahwa pengadaan sumber alam mempunyai batas optimum, yang berarti pula batas maksimum, maupun batas minimum pengadaan sumber alam akan mengurangi daya kegiatan sistem biologi.

Contoh: keadaan lingkungan yang sudah stabil, populasi hewan atau tumbuhannya cenderung naik - turun (bukan naik terus atau turun terus). Maksudnya adalah akan terjadi pengintensifan perjuangan hidup, bila persediaan sumber alam berkurang. Tetapi sebaliknya, akan terdapat ketenangan kalau sumber alam bertambah.

AZAS 5

Ada dua jenis sumber alam dasar, yaitu sumber alam yang pengadaannya yang penggunaannya dapat merangsang penggunaan seterusnya, dan yang tidak mempunyai daya perangsang penggunaan lebih lanjut.

Pengertian: Ada 2 hal pada asas 5 ini. Di suatu pihak dapat kita bayangkan suatu keadaan atau situasi, dengan jenis sumber alam tidak menimbulkan rangsangan untuk penggunaan lebih lanjut. Di pihak lain dapat juga kita bayangkan adanya paling sedikit dua situasi yang mempunyai kesan merangsang itu.

Contoh suatu jenis hewan sedang mencari berbagai sumber makanan. Kemudian didapatkan suatu jenis tanaman yang melimpah di alam, maka hewan tersebut akan memusatkan perhatiannya kepada penggunaan jenis makanan tersebut. Dengan demikian, kenaikan sumber alam (makanan) merangsang kenaikan pendaya-gunaan.

AZAS 6

Individu dan spesies yang mempunyai lebih banyak keturunan daripada saingannya, cenderung berhasil mengalahkan saingannya itu.

Pengertian: Asas ini adalah pernyataan teori Darwin dan Wallace. Pada jasad hidup terdapat perbedaan sifat keturunan dalam hal tingkat adaptasi terhadap faktor lingkungan fisik atau biologi. Kemudian timbul kenaikan kepadatan populasinya sehingga timbul persaingan. Jasad hidup yang kurang mampu beradaptasi yang akan kalah dalam persaingan. Dapat diartikan pula bahwa jasad hidup yang adaptif akan mampu menghasilkan banyak keturunan daripada yang non-adaptif. Contoh mula-mula di bukit pasir tumbuhan pelopor itu kemudian berhasil mengubah keadaan lingkungan. Pada perkembangan berikutnya, serangkaian spesies lain yang lebih adaptif dengan keadaan lingkungan barulah yang datang mengganti, dan tumbuhan pelopor kemudian tersisihkan. Proses penggantian spesies secara berurutan inilah yang dikenal sebagai proses suksesi.

AZAS 7

Kemantapan keanekaragaman suatu komunitas lebih tinggi di alam lingkungan yang “mudah diramal”.

Pengertian: mudah diramal pada asas 7 ini maksudnya adalah adanya keteraturan yang pasti pada pola faktor lingkungan pada suatu periode yang relatif lama. Terdapat fluktuasi turun-naiknya kondisi lingkungan di semua habitat, tetapi mudah dan sukarnya untuk diramal berbeda dari satu habitat ke habitat lain. Dengan mengetahui keadaan optimum pada faktor lingkungan bagi kehidupan suatu spesies, maka perlu diketahui berapa lama keadaan tersebut dapat bertahan. Contoh : keadaan iklim yang stabil dalam waktu yang lama tidak saja akan melahirkan keanekaragaman spesies yang tinggi, tetapi juga akan menimbulkan keanekaragaman penyebaran kesatuan populasi.

AZAS 8

Sebuah habitat dapat jenuh atau tidak oleh keanekaragaman takson, bergantung kepada bagaimana niche dalam lingkungan hidup itu dapat memisahkan takson tersebut.

Pengertian :kelompok taksonomi tertentu dari suatu jasad hidup ditandai oleh keadaan lingkungannya yang khas (nicia), tiap spesies mempunyai nicia tertentu. Spesies dapat hidup berdampingan dengan spesies lain tanpa persaingan, karena masing-masing mempunyai keperluan dan fungsi yang berbeda di alam.

Contoh : burung dapat hidup dalam suatu keadaan lingkungan yang luas dengan spesies yang kurang beraneka ragam, karena burung mempunyai kemampuan menjelajah. Tumbuhan dan serangga mempunyai gerakan terbatas, sehingga hanya dapat memanfaatkan bahan makanan disekitarnya. Oleh sebab itu tumbuhan dan serangga lebih responsif terhadap lingkungan terbatas dibandingkan dengan burung. Tumbuhan dan serangga bila ada perubahan biokimia yang halus saja dapat menyebabkan perbedaan genetika dalam perjalanan evolusinya. Jadi dalam waktu yang lama keanekaragaman serangga dan tumbuhan meningkat, kemudian hidup dalam bentuk nicia suatu lingkungan.

AZAS 9

Keanekaragaman apa saja sebanding dengan biomasa dibagi produktivitas.

Pengertian: Asas ini mengandung arti, bahwa efisiensi penggunaan aliran energi dalam sistem biologi akan meningkat dengan meningkatnya kompleksitas organisasi sistem biologi dalam suatu komunitas.

Contoh: Spesies bertambah dan terdapat juga tumbuhan dalam bentuk komunitas tumbuhan yang berlapis-lapis.

AZAS 10

Pada lingkungan yang stabil perbandingan antara biomasa dengan produktivitas dalam perjalanan waktu naik mencapai sebuah asimtot.

Pengertian: Sistem biologi menjalani evolusi yang mengarah kepada peningkatan efisiensi penggunaan energi dalam lingkungan fisik yang stabil, dan memungkinkan berkembangnya keanekaragaman.

Contoh : Apabila suatu masyarakat berkembang semakin maju, memang secara keseluruhan ada penurunan harga energi per unit produksi kotor nasional (gross national product), tetapi pada waktu yang sama produksi kotor nasional per kapita

naik dengan sangat cepat, sehingga terdapat peningkatan pengeluaran energi per orang.

AZAS 11

Sistem yang sudah mantap (dewasa) mengeksploitasi sistem yang belum mantap (muda).

Pengertian :Asas 11 ini mengandung arti ekosistem, populasi atau tingkat makanan yang sudah dewasa memindahkan energi, biomasa, dan keanekaragaman tingkat organisasi ke arah yang belum dewasa. Dengan kata lain, energi, materi, dan keanekaragaman mengalir melalui suatu kisaran yang menuju ke arah organisasi yang lebih kompleks. Dari subsistem yang rendah keanekaragamannya ke subsistem yang tinggi keanekaragamannya.

Contoh : Tenaga kerja dari ladang,kampung, kota kecil mengalir ke kota besar(metropolitan) karena keanekaragaman kehidupan kota besar melebihi tempat asalnya. Atau cendekiawan yang berasal dari daerah enggan kembali ke asalnya, karena taraf keanekaragaman penghidupan kota besar lebih tinggi dari daerah asalnya. Dengan demikian keahlian, bakat, tenaga kerja mengalir dari daerah yang kurang ke daerah yang lebih beraneka ragam corak penghidupannya.

AZAS 12

Kesempurnaan adaptasi suatu sifat atau tabiat bergantung kepada kepentingan relatifnya di dalam keadaan suatu lingkungan.

Pengertian :

Populasi dalam ekosistem yang belum mantap, kurang bereaksi terhadap perubahan lingkungan fisiko-kimia dibandingkan dengan populasi dalam ekosistem yang sudah mantap. Populasi dalam lingkungan dengan kemantapan fisikokimia yang cukup lama, tak perlu berevolusi untuk meningkatkan kemampuannya beradaptasi dengan keadaan yang tidak stabil.

Contoh: Adaptasi secara tiba-tiba oleh serangga dan ikan yang berwarna semarak di daerah tropika yang kaya keaneragaman.

AZAS 13

Lingkungan yang secara fisik mantap memungkinkan terjadinya timbulnya keanekaragaman biologi dalam ekosistem yang mantap yang kemudian dapat menggalakkan kemantapan populasi lebih jauh lagi

Pengertian: Pentingnya memperluas ruang lingkup ekologi murni menjadi ilmu lingkungan yang memiliki batasan lebih luas.

Contoh : Jumlah spesies tumbuhan dan hewan habis di eksploitasi oleh manusia dan menyebabkan semakin lama jumlahnya semakin sedikit. Maka dari itu, perlu diperlukan suatu ilmu untuk menjaga ekosistem ini tetap berjalan baik.

AZAS 14

Derajat pola keteraturan naik turunnya populasi bergantung kepada jumlah keturunan dalam sejarah populasi sebelumnya yang nanti akan mempengaruhi populasi itu.

Pengertian : Asas 14 ini merupakan kebalikan asas 13, tidak adanya keanekaragaman yang tinggi pada rantai makanan dalam ekosistem yang belum mantap, menimbulkan derajat ketidak stabilan populasi yang tinggi.

Contoh :

Burung elang sangat tergantung pada tikus tanah sebagai sumber makanan utama, dan tikus tanah sangat bergantung pada spesies tumbuhan, tumbuhan tersebut tergantung pada jenis tanah tertentu untuk hidupnya.

RANGKUMAN

Asas-asas lingkungan hidup tidak lepas dari pengelolaan lingkungan, penyimpangan asas dapat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Kodisi dan tata hubungan antar komponen lingkungan mempunyai keteraturan atau menganut asas tertentu. Asas lingkungan ini bermanfaat sebagai landasan dalam pengelolaan lingkungan. Keterbukaan dan peran serta masyarakat merupakan asas yang esensial dalam pengelolaan lingkungan yang baik, terutama didalam pencegahan pencemaran lingkungan.

LATIHAN

Jawablah dengan benar pertanyaan berikut ini! Diskusikanlah dalam kelompok!

1. Bagaimana hubungan azas ilmu lingkungan dengan pengelolaan lingkungan?
2. Mengapa azas ilmu lingkungan perlu diaplikasikan dalam kehidupan manusia?
3. Bagaimana kelebihan dan kekurangan implikasi azas tersebut dalam menerapkan kebijakan di Indonesia? Berikan contoh!

BAB III

EKOLOGI SEBAGAI DASAR ILMU LINGKUNGAN

A. Definisi Ekologi

Ekologi berasal dari kata oikos yang artinya tempat tinggal, rumah tangga, penyokong kehidupan, sedangkan logos: ilmu pengetahuan. Maka Ekologi adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan rumah tangga sistem penyokong kehidupan. Jadi ekologi mempelajari:

1. Hubungan timbal balik antara organisme dengan tempat tinggalnya,
2. Saling mempengaruhi antara jenis organisme,
3. Interaksi antara unsur-unsur penyusun tempat tinggal.

Komponen Penyusun Ekologi adalah makhluk hidup (komponen hayati atau biotik) meliputi: flora, fauna, mikroorganisme, manusia sedangkan tempat tinggal/habitat meliputi rumah tangga (komponen fisik / geofisik) meliputi: tanah, air, udara. Jadi definisi Ekologi adalah hubungan antara makhluk hidup dengan makhluk hidup dan makhluk hidup dengan tempat tinggalnya, dengan penjelasan sebagai berikut :

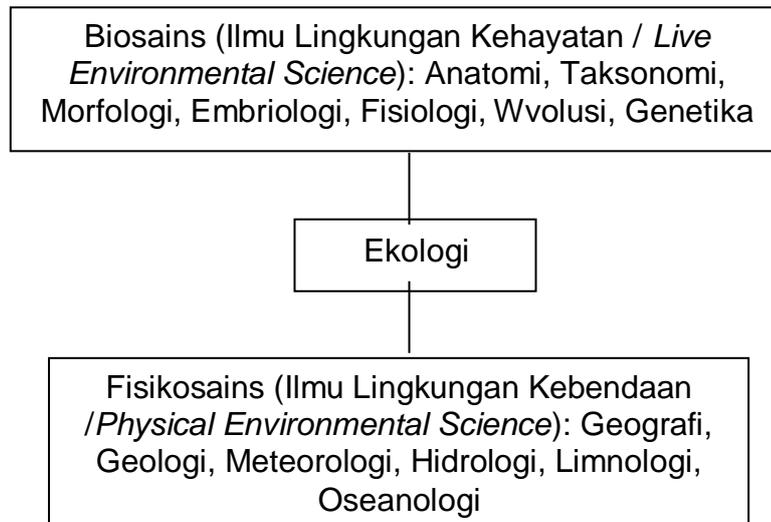
1. Ekologi diberi batasan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari satu organisme hidup atau sekelompok organisme hidup dengan lingkungannya.
2. Ekologi yang mempelajari organisme secara individu disebut autekologi, sedangkan ekologi yang mempelajari sekelompok individu disebut sinekologi.
3. Lingkungan hidup terutama dikaji dalam ilmu lingkungan yang merupakan ekologi terapan (*applied ecology*) dengan tujuan agar manusia dapat menerapkan prinsip dan konsep pokok ekologi dalam lingkungan hidup.
4. Dalam ekologi hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya bersifat obyektif, manusia dipandang sama dengan makhluk hidup lainnya.
5. Dalam ilmu lingkungan manusia dibedakan dengan makhluk hidup lain, pandangan hubungan antara manusia dengan lingkungan bersifat subyektif (ekologi= *environmental biology* dan ilmu lingkungan= *environmental science*).

6. Di dalam ekologi interaksi bukan hanya hanya antara organisme dan komponen abiotik tetapi juga antara organisme hidup itu sendiri. Interaksi dapat terjadi diantara organisme yang sejenis (populasi).

B. Ekologi Sebagai Dasar Ilmu Lingkungan

Ekologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dengan makhluk hidup lain dan juga dengan lingkungan sekitarnya. Dalam ilmu lingkungan, ekologi dijadikan sebagai ilmu dasar untuk memahami interaksi di dalam lingkungan. Komponen yang terlibat dalam interaksi ini dapat dibagi menjadi komponen biotik (hidup) dan abiotik (tak hidup). Sistem ekologi terbentuk dari kesatuan dan interaksi antarkomponen penyusun ekosistem yang saling berhubungan satu sama lain. Analisis ekologi digunakan oleh manusia untuk menciptakan lingkungan hidup berkelanjutan dengan cara yang dapat dipertanggungjawabkan demi pengamanan dan kelestarian, dan kesejahteraan. Asas-asas ekologi digunakan dalam menganalisis lingkungan hidup manusia, penambahan penduduk, peningkatan produksi makanan, penghijauan, erosi, banjir, pelestarian plasma nutfah, dan hewan-hewan langka, koleksi buah-buahan langka, dan pencemaran lingkungan.

Ekologi merupakan ilmu dengan topik yang luas dan kompleks, yang mencakup hierarki dan keanekaragaman hayati, jumlah dan persebaran organisme, peran dan interaksi antarorganisme, habitat dan relung, jaring-jaring makanan, daur nutrisi dan daur biogeokimia, serta berbagai proses lainnya. Berbagai pendekatan dapat digunakan untuk mengelompokkan ekologi menjadi sejumlah subdisiplin ilmu, baik menurut pola spasial (tempat) dan temporal (waktu), subjek yang dipelajari, maupun keterkaitan dengan bidang ilmu lainnya.



Gambar 1: Ekologi sebagai dasar Ilmu Lingkungan

Tak ada batas yang jelas mengenai permulaan ekologi sebagai disiplin ilmiah. Meskipun demikian, prinsip-prinsip ekologi telah ditelaah sejak zaman Yunani Kuno oleh Aristoteles. Murid Aristoteles yang bernama Theophrastus, kemudian mengamati dan menjelaskan hubungan antara organisme dan lingkungannya. Ia memusatkan perhatian pada alasan spesies tertentu lebih menyukai lingkungan tertentu.

Pada awal abad ke-19 M, Alexander von Humboldt menjelaskan korelasi antara asosiasi tumbuhan (seperti padang rumput, hutan hujan, dan tundra) dengan faktor lingkungan (seperti suhu, curah hujan, dan topografi) untuk memahami jumlah dan persebaran spesies hewan dan tumbuhan. Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernst Haeckel sebagai *oekologie* pada tahun 1866; kata bahasa Yunani *oikos* sendiri dijadikan akar bagi istilah ekonomi (pengaturan rumah tangga) dan ekologi (studi tentang rumah tangga). Tiga tahun setelah memublikasikan istilah ini, Haeckel mendefinisikan ekologi sebagai seluruh ilmu tentang hubungan organisme dengan dunia luar di sekitarnya serta hubungan yang dapat diperhitungkan dalam arti yang lebih luas pada semua kondisi keberadaan. Hal ini sebagian bersifat organik, sebagian lagi bersifat anorganik. Para ahli memandang definisi ekologi yang disampaikan oleh Haeckel sebagai bagian dari fisiologi. Charles Krebs kemudian memisahkan ekologi dari kajian fisiologi. Ia

menberikan penjelasan bahwa ekologi merupakan ilmu yang mengkaji interaksi makhluk hidup yang menjelaskan tentang distribusi dan keragaman makhluk hidup. Dalam interaksi lingkungan, ekologi tetap tidak terpisahkan dengan fisiologi. Definisi ekologi Krebs kemudian dijadikan inti dari kajian ekologi. George Evelyn Hutchinson (1903–1991) disebut sebagai bapak limnologi dan bapak ekologi modern. Ia secara komprehensif mengamati dan mengukur secara empiris faktor-faktor organik dan lingkungan yang dapat memengaruhi biota suatu danau, serta meletakkan dasar-dasar relung ekologi. Ekologi kemudian menjadi populer sekitar tahun 1960-an ketika isu-isu lingkungan mulai mendapatkan perhatian publik. Perkembangan keilmuan ekologi dan hubungannya dengan ilmu pengetahuan lain, terjadi pada tahun 1968 dan tahun 1970 dengan timbulnya gerakan kesadaran lingkungan. Masyarakat mulai memikirkan masalah polusi, pelestarian alam, kependudukan serta konsumsi pangan dan energi. Sebelum tahun 1970-an, ekologi masih dipandang sebagai bagian dari biologi. Setelahnya ekologi menjadi disiplin ilmiah yang terpisah dari biologi. Kajian ekologi berkaitan dengan proses-proses fisis dan biologis dan menghubungkan ilmu-ilmu alam dan ilmu-ilmu sosial. Pada masa kini, ekologi dikaitkan dengan beragam bidang ilmu lain karena kompleksitasnya yang tinggi, mulai dari filsafat hingga matematika.

C. Hubungan antar ilmu ilmu biosains:

1. Hubungan antar cabang (interdisiplin) ilmu seperti yang disebutkan di slide sebelumnya, dapat dilihat pada fenomena yang terjadi di Inggris.
2. Sampai abad ke 13 di London khususnya, Inggris umumnya, terdapat sejenis belalang yang badan dan sayapnya berwarna putih namanya *Locusta alba*.
3. Belalang ini hinggap pada dinding dinding bangunan, yang pada saat itu berwarna putih.
4. Dengan melaksanakan *mimicry* seperti, belalang putih tidak terlihat dengan jelas oleh burung pemangsanya.
5. Pada abad ke 20 saat pemakaian batubara untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dan kegiatan industri meningkat pesat, pencemaran di kota

London mencapai puncaknya. Udara yang tercemar itu mengandung belangkin atau ter (*tar*), yaitu butiran arang yang amat kecil sekitar satu mikrometer (0,001 mm) yang bercampur air (Kupcella & Hyland, 1990).

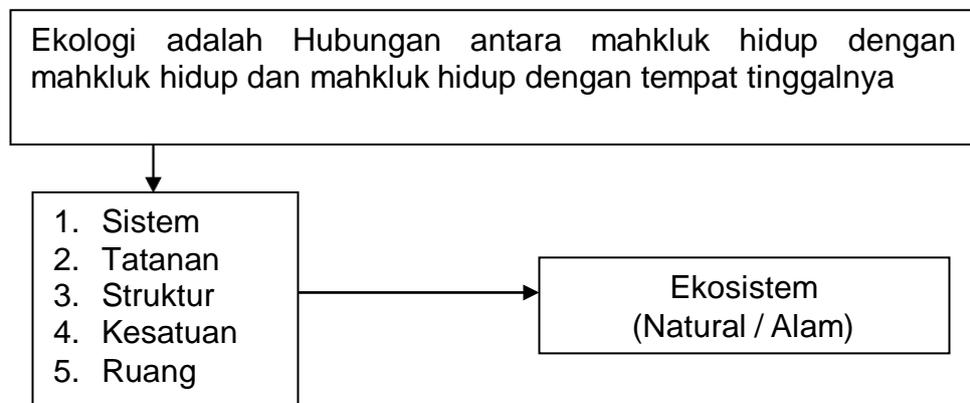
6. Zat pencemar tersebut telah merubah warna dinding bangunan dari putih menjadi abu abu bahkan ada yang hitam.
7. Ternyata apabila dicermati ada jenis belalang lain yang warnanya tidak putih seperti pada awal abad ke 13 dulu yang warnanya berubah dari putih menjadi abu abu atau hitam, selanjutnya dinamai *Locusta grisea* dan *Locusta nigrita*.
8. Terlihat bahwa warna yang merupakan salah satu ciri morfologi telah berubah.
9. Bersamaan dengan perubahan morfologi ini telah merubah pula nama belalang atau telah terjadi perubahan dalam taksonomi.
10. Perubahan yang berlangsung perlahan dari abad 13 sampai abad 20 atau sekitar 700 tahun itu disebut pula sebagai evolusi.
11. Uraian tersebut di atas memperlihatkan keterkaitan atau hubungan antar ilmu ilmu biosains.

C. Hubungan antar ilmu ilmu fisikosains:

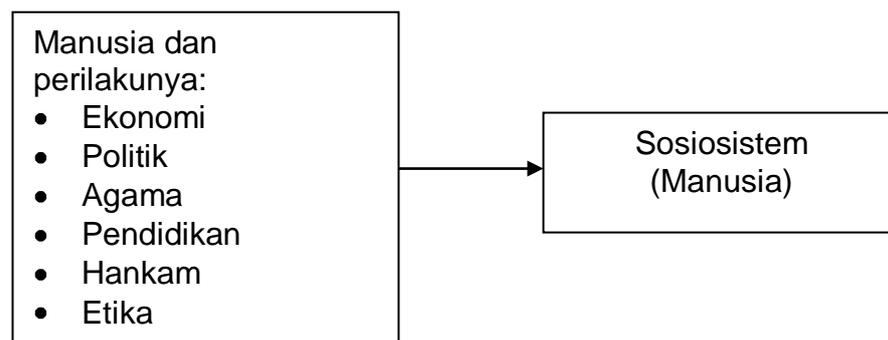
Kegiatan pertambangan yang mengambil bahan mineral dari dalam tanah menggunakan pengetahuan geologi pertambangan. Pada pertambangan emas, tembaga, dan perak oleh PT, Freeport Indonesia (PTFI) umpamanya, galian tersebut mengandung limbah yang disebut *tailing*. *Tailing* PTFI dibuang ke sungai aykwa yang menimbulkan pencemaran perairan (Anonimus, 1998).

1. Kerusakan ekosistem ini menimbulkan masalah lingkungan apabila dikaji dari sudut pengetahuan hidrologi.
2. Terlihat dari kejadian di atas seolah terkait pula antara sesama pengetahuan fisikosains, dalam hal ini antara geologi dan hidrologi.
3. Jika dikaji lebih dalam ternyata lingkungan perairan yang tercemar dapat mempengaruhi biota yang hidup didalamnya, misalnya ikan.

4. Apabila air yang jernih menjadi tercemar maka ikan mas yang semula berwarna merah akan berubah menjadi pucat atau kuning keputihan (Tandjung, 1994).
5. Konsep ekologi, hubungan timbal balik antara organisme dan lingkungannya terlihat pada fenomena di atas.
6. Jadi organisme dipelajari melalui biosains atau ilmu lingkungan kehayatan, habitat dikaji dengan fisikosains atau ilmu lingkungan kebendaan.



Ekosistem + Sosiosistem = Lingkungan Hidup



Gambar 2: Hubungan antara Ekologi dan Lingkungan Hidup

Lingkungan Hidup (UUPH No.23 tahun 1997):

Kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk, termasuk di dalamnya manusia dan perilakunya yang mempengaruhi

kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya.

Dengan demikian lingkungan hidup (*live environment*) disusun oleh tiga komponen atau *abc environment* yang meliputi:

1. *A (Abiotic environment)* atau lingkungan fisik yang terdiri dari unsur –unsur air, udara, lahan dan energi serta bahan mineral yang terkandung didalamnya.
2. *B (Biotic environment)* atau lingkungan hayati yang terdiri dari unsur-unsur hewan, tumbuhan dan margasatwa lainnya serta bahan baku industry.
3. *C (Cultural environment)* atau lingkungan cultural SOSEKBUD / Social Ekonomi BudaYa serta kesejahteraan.

Jadi di dalam lingkungan hidup terjadi interaksi dan hubungan timbal balik yang dinamis antar ketiga komponen lingkungan tersebut, seperti berikut ini :

1. Udara yang sejuk, segar dan tidak tercemar tentu saja sangat menyokong kehidupan manusia (C).
2. Di negara yang penduduknya telah mempunyai kemampuan ekonomi yang kuat (C), pembangunan fisik (A) sangat menonjol.

Komponen fisik dan biologi sangat erat hubungannya, dan fungsinya sebagai tempat tinggal bagi manusia dan sistem sistem sosekbudnya. Karena itu kedua komponen tersebut digabung menjadi satu komponen dengan nama biofisik, sebagai satu sistem penyokong kehidupan.

1. Individu

- a. Individu individu organisme yang sejenis akan berkelompok membentuk suatu kelompok dan menempati suatu tempat pada suatu waktu, kelompok ini yang disebut populasi.
- b. Beberapa populasi akan mendiami suatu tempat secara bersama sama, kumpulan ini disebut komunitas.
- c. Komunitas akan saling berinteraksi secara timbal balik dengan komponen abiotiknya membentuk suatu sistem yang dikenal dengan ekosistem.

2. Populasi

Di dalam populasi ada hal-hal yang sangat khas sekali, yaitu:

- a. Ciri khas yang dimiliki oleh tiap tiap individu anggota populasi, misalnya sejarah hidup, perkembangan dan lainnya.
- b. Ciri khas yang dimiliki oleh populasi, misalnya laju kematian, laju kelahiran dan perbandingan umur.
- c. Individu anggota populasi dilahirkan, mempunyai umur dan mati.
- d. Tetapi individu ini tidak mempunyai laju kelahiran dan laju kematian, karena untuk mengetahui laju harus dalam kelompok individu atau populasi.
- e. Kepadatan suatu populasi dapat ditunjukkan dengan cacah individu per unit area atau unit volume. Angka ini yang menunjukkan besarnya populasi.

Misalnya : kepadatan penduduk di suatu kota sebesar 750/kilometer persegi
kepadatan phytoplankton 1 juta/liter

Kepadatan dapat dibedakan jadi 2:

- 1) Kepadatan kasar adalah kepadatan per unit area
 - 2) Kepadatan ekologi spesifik adalah kepadatan per unit habitat
- Misalnya : pada musim kering di suatu kolam dengan berkurangnya air kolam secara keseluruhan menyebabkan kepadatan kasarnya menurun. Sedangkan kepadatan ekologi spesifiknya makin meningkat, karena ikan makin tampak padat pada penurunan volume air.
- a) Dalam studi populasi penting diketahui pula adanya perubahan populasi, baik penambahan atau pengurangan.
 - b) Faktor faktor yang mempengaruhi populasi :
 - ▶ Faktor yang tergantung kepada kepadatan populasi, umumnya faktor biologik seperti kompetisi, parasit, patogen.
 - ▶ Faktor yang tidak tergantung kepada kepadatan populasi, merupakan faktor faktor fisik misalnya iklim.
 - c) Dispersal (pemencaran) pada populasi: gerakan individu masuk ataupun keluar dari populasi, yang dibedakan menjadi:
 - ▶ Imigrasi adalah gerakan individu memasuki suatu populasi.
 - ▶ Emigrasi adalah gerakan individu keluar dari populasi.

- ▶ Migrasi adalah gerakan individu keluar atau memasuki kembali suatu populasi secara periodik.

3. Komunitas

- a. Apabila suatu komunitas disusun oleh sekelompok populasi dengan satu atau dua di antaranya mempunyai pengaruh yang nyata terhadap lingkungannya dan dapat mengontrol aliran energi ke dalam komunitas tersebut, maka spesies ini disebut spesies dominan.
- b. Kedominannya spesies pada organisme yang besar dapat ditunjukkan dengan biomasnya (berat kering). Pada komunitas hutan ditunjukkan dengan basal area dari batang tumbuhan (penampang batang) atau persentase penutupan lahan oleh tajuk.
- c. Suatu komunitas dapat diklasifikasikan menurut beberapa hal:
 - 1) Kenampakan struktur yang menyolok, misalnya spesies yang dominan, bentuk pertunuhan.
 - 2) Habitat fisik komunitas
 - 3) Ciri fungsional komunitas, misal tipe metabolisme komunitas.

RANGKUMAN

Ekologi merupakan ilmu dengan topik yang luas dan kompleks, yang mencakup hierarki dan keanekaragaman hayati, jumlah dan persebaran organisme, peran dan interaksi antarorganisme, habitat dan relung, jaring-jaring makanan, daur nutrisi dan daur biogeokimia, serta berbagai proses lainnya. Berbagai pendekatan dapat digunakan untuk mengelompokkan ekologi menjadi sejumlah subdisiplin ilmu, baik menurut pola spasial (tempat) dan temporal (waktu), subjek yang dipelajari, maupun keterkaitan dengan bidang ilmu lainnya.

BAB IV

EKOSISTEM

A. Konsep Ekosistem

Suatu kawasan alam yang di dalamnya tercakup unsure-unsur hayati (organisme) dan unsur – unsur non hayati (zat-zat tak hidup) serta antara unsure-unsur tersebut terjadi hubungan timbale balik disebut sistem ekologi atau sering dinamakan ekosistem.

1. Menurut tansley :

Ekosistem atau sistem ekologi adalah lingkungan hayati dan non hayati bersama dengan populasi atau komunitasnya.

2. Menurut miller :

Ekosistem adalah suatu lingkungan tertentu dengan masukan dan keluaran energi sertamateri yang dapat diukur dan dihubungkan dengan faktor lingkungan.

3. Menurut undang undang pengelolaan lingkungan hidup no.23 th 1997

Ekosistem adalah tatanan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.

Jadi ekosistem adalah: tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup.

Secara garis besar ekosistem dibedakan ke dalam:

1. Ekosistem perairan (ekosistem: danau, kolam,sungai dan sebagainya).
2. Ekosistem daratan (ekosistem:hutan, padang rumput, sawah dan lainnya).

Pada setiap ekosistem, komponen penyusun sistem tersebut adalah sangat khas, misalnya ekosistem danau organisme autotroponya adalah phytoplankton, sedangkan di ekosistem hutan adalah tumbuhan. Ekosistem dapat bersifat alamiah / *natural ecosystem* (contoh ekosistem: pantai, laut dan sebagainya) atau ekosistem buatan / *artificial ecosystem* (misal ekosistem: persawahan, hutan dan lainnya). Heterogenitas organisme hidup di ekosistem

alamiah tinggi, sehingga mampu mempertahankan proses kehidupan di dalamnya dengan sendirinya.

Ekosistem buatan bersifat labil, karena tingkat heterogenitas dari organisme hidup yang ada di dalamnya rendah, sehingga untuk mempertahankan bentuk ekosistem tersebut perlu diberikan bantuan energi dari luar oleh manusia. Campur tangan manusia berlangsung terus selama manusia menghendaki ekosistem itu tetap apabila campur tangan manusia lepas, maka ekosistem buatan akan berubah menjadi ekosistem alamiah. Kalau kita melihat hanya dari fungsinya, suatu ekosistem itu terdiri atas 2 komponen, yaitu:

1. **Autotrofik** (*autos*= sendiri; *trophikos*= menyediakan makanan), yaitu organisme yang mampu menyediakan atau mensintesis makanannya sendiri yang berupa bahan-bahan organik dan bahan-bahan anorganik dengan bantuan energi matahari dan khlorofil (zat hijau daun). Oleh sebab itu semua organisme yang mengandung khlorofil disebut organisme *autotrofik*.
2. **Heterotrofik** (*hetero*= berbeda, lain), yaitu organisme yang mampu memanfaatkan hanya bahan-bahan organik sebagai bahan makanannya dan bahan tersebut disintesis dan disediakan oleh organisme lain. Hewan, jamur, dan jasad renik (mikroorganisme) termasuk dalam kelompok ini.

Kalau kita melihat ekosistem dari segi penyusunnya, maka dapat dibagi menjadi empat komponen, yaitu:

1. Bahan tak hidup (abiotik, non hayati), yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri atas tanah, air, udara, sinar matahari dan sebagainya dan merupakan tempat untuk berlangsungnya kehidupan.
2. Produsen, yaitu organisme *autotrofik* yang umumnya berupa tumbuhan berkhlorofil yang dapat mensintesis makanan dari bahan anorganik.
3. Konsumen, yaitu organisme *heterotrofik*, misalnya hewan dan manusia yang makan organisme lain.

4. Pengurai atau *decomposer*, yaitu organisme *heterotrofik* yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati. Bakteri dan jamur termasuk dalam kelompok ini.

B. Komponen Dan Interaksi Makhluk Hidup di dalam Ekosistem

Jadi ekosistem merupakan satuan fungsional dasar dalam ekologi mengingat di dalamnya tercakup organisme dan lingkungan abiotik yang satu terhadap lain saling mempengaruhi. Sifat ekosistem yang universal, baik ekosistem darat, perairan maupun buatan seperti kebun dan sawah, semuanya merupakan interaksi antara komponen *autotrofik* dengan *heterotrofik*. Ada dua hal yang penting dalam sifat universal itu, adalah:

1. Seringkali fungsi dan organisme yang menjalankan proses interaksi, terpisahkan secara fisik, dalam arti bahwa berbagai organisme itu tersusun dalam stratifikasi.
2. Fungsi dasar umumnya terpisah oleh waktu, sehingga terdapat tenggang waktu lama antara terbentuknya bahan yang diproduksi oleh organisme *autotrofik* dengan pemanfaatan produk tersebut oleh organisme *heterotrofik*. Sebagai contoh, dalam suatu ekosistem hutan, hasil fotosintesis hanya sebagian kecil saja yang segera oleh tumbuhan itu sendiri, oleh hewan *herbivore*, dan oleh parasit tumbuhan itu. Sebagian besar produk fotosintesis memerlukan waktu lama sampai menjadi serasah yang jatuh ke tanah, kemudian menjadi substrat dan bahan dasar untuk kehidupan organisme *heterotrofik*.

Proses utama yang terjadi di dalam ekosistem meliputi:

1. Aliran energi : rantai makanan (di ekosistem akuatik maupun terestrial) dan jaring-jaring makanan.
2. Daur materi: 40 – 80 unsur seperti C, H, O, N, P, S, dan lain sebagainya.

Ekosistem berfungsi karena adanya aliran energi dan daur materi. Saling pengaruh mempengaruhi antara aliran energi dan daur materi di dalam ekosistem akan menghasilkan keadaan homeostatis yang mantap. Di alam terjadi aliran energi dalam bentuk rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Aliran energi ini berlangsung dari satu organisme ke organisme yang lain .

1. Rantai makanan dapat dibedakan menjadi:

- a. Rantai makanan tanaman (*grazing food chain*), berawal dari tanaman hijau yang dimakan oleh herbivora selanjutnya herbivora dimakan oleh carnivora.
- b. Rantai makanan detritus (*detritus food chain*) berawal dari bahan organik yang telah mati yang dipecah oleh mikroorganisme, kemudian dimakan oleh hewan pemakan detritus, kemudian dimakan predatornya.

2. Definisi rantai makanan secara umum:

Suatu sistem kehidupan yang disusun oleh tumbuhan dan berbagai jenis hewan. Tumbuhan sebagai mata rantai pertama dimakan dimakan oleh hewan tertentu yang disebut konsumen i. Konsumen i dimakan konsumen ii, konsumen ii dimakan konsumen iii dan berakhir pada konsumen ke-n.

- a. Tumbuhan yang menjadi rantai pertama disebut sebagai produsen
- b. Konsumen I yang memakan tumbuhan disebut herbivora
- c. Konsumen II, III, IV, dan ke-n yang memakan hewan disebut karnivora

Dengan demikian rantai makanan atau aliran energi itu dapat digambarkan sebagai garis lurus, karena mulai dari satu titik (tumbuhan) berakhir di satu titik lain (konsumen ke-n). Semua jenis konsumen yang mati, tubuhnya akan diuraikan oleh kelompok mikrobia yang hidup di tanah misalnya jamur dan bakteri

Mikrobia yang merombak jasad organisme yang sudah mati ini disebut sebagai pengurai (*decomposer*). Hasil peruraian oleh bakteri berupa unsur mineral, diserap oleh akar tumbuhan dan digunakan sebagai sumber makanan atau hara, sehingga tumbuhan tetap terjaga kelestariannya. Jadi daur materi adalah rantai makanan “disambung” oleh mikrobia yang menguraikan organisme yang sudah mati menjadi mineral. Selanjutnya mineral tersebut menjadi bagian penyusun dari tumbuhan. Daur materi ini dapat digambarkan sebagai sebuah lingkaran tertutup, karena mulai dari tumbuhan, konsumen, pengurai, kembali ke tumbuhan. Daur materi di dalam ekosistem hutan terbentuk saat organisme di ekosistem tersebut mati, kemudian dirombak oleh mikrobia, hasil perombakan merupakan nutrisi / hara untuk tumbuhan.

- 1) Pada gambar diatas terlihat tumbuhan penyusun ekosistem hutan sebagai mata rantai pertama konsumen atau produsen.
- 2) Sebagai mata rantai kedua atau konsumen I yang sifatnya herbivora adalah belalang.
- 3) Selanjutnya dalam gambar terlihat konsumen II, III, IV yang semuanya hewan carnivora yaitu burung, serigala dan harimau.

Apa yang terjadi apabila salah satu mata rantai makanan tersebut tidak berfungsi? Maka kemungkinan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Serangga yang tinggal dan makan daun-daunan pada hutan yang terbakar akan kehilangan tempat tinggalnya dan sumber makanannya dan akan pindah ke tempat lain atau migrasi. Di tempat yang baru mereka kelelahan dan kelaparan akan memakan tanaman pertanian.
2. Burung yang biasanya memangsa serangga akan kehilangan sumber makanannya, sehingga burung-burung ini akan meninggalkan habitatnya.
3. Perginya burung menimbulkan rasa aman bagi tikus-tikus yang semula juga dimangsa burung tersebut. Karena ketiadaan predator maka tikus akan lebih leluasa berkembang biak dan semakin meningkat jumlahnya.
4. Serigala yang kehilangan mangsanya karena burung-burung tadi melakukan migrasi terpaksa mencari sumber makanan lain. Tidak jarang serigala ini masuk kampung memangsa ternak penduduk.
5. Karena serigala sudah tidak ada lagi di hutan maka harimau pun kehilangan mangsanya sehingga masuk kampung menyerang ternak penduduk termasuk manusia.

Gangguan pada rantai makan ekosistem perairan:

1. Pada rantai makanan ekosistem perairan dapat terjadi peristiwa yang disebut akumulasi biologik dan penggandaan biologik (*biological accumulation and magnification*).

2. Pada saat suatu predator memakan mangsa, maka zat anorganik tertentu atau substansi kimia misalnya ddt yang berasal dari tubuh mangsa itu akan diakumulasi oleh pemangsa / predator.
3. Pasangan mangsa-predator adalah bagian dari suatu rantai makanan sebagai “mata rantai”.
4. Predator pada suatu rantai makanan menjadi mangsa bagi predator lainnya dan seterusnya, sehingga diujung rantai makanan konsentrasi suatu zat atau substansi kimia yang terbawa bersama makanan akan berlipat ganda, peristiwa ini disebut penggandaan biologi.
5. Dengan demikian adalah mungkin untuk menghindari kemungkinan terkontaminasi makanan yang mengandung bahan berbahaya beracun (B₃), caranya dengan tidak memakan hanya satu jenis dan / atau dari satu sumber makanan saja.
6. Menganekaragamkan jenis makanan dapat mengurangi kemungkinan keracunan B₃ karena dengan menu yang berganti ganti kita terhindar menjadi ujung suatu rantai makanan tertentu.

Bahan kimia termasuk bahan kimia esensial yang diperlukan makhluk hidup, akan bersirkulasi menurut polanya sebagai daur materi atau daur biogeokimiawi yang dapat dibedakan menjadi:

1. Daur dalam bentuk gas, apabila kutub reservoirnya berada di atmosfer atau hydrosfer
2. Daur dalam bentuk sedimen, apabila kutub reservoirnya berada dalam sedimen atau batuan induk

Daur bentuk gas ini dapat dikatakan lebih sempurna daripada daur dalam bentuk sedimen, karena kutub reservoir yang ada di atmosfer dapat secara cepat mengatasi apabila terjadi ketidak seimbangan di dalam daur.

Misal:

Dengan adanya kebakaran hutan di suatu lokasi akan mengakibatkan naiknya kadar CO₂ di udara secara lokal. Kenaikan konsentrasi ini akan segera diimbangi dengan pemerataan.

Manusia cenderung tidak hanya menggunakan salah satu senyawa yang ada di alam melainkan juga menggunakan seluruh substansi kimia serta memasukan senyawa sintesis ke dalam daur. Hal ini mengakibatkan daur materi menjadi tidak sempurna atau lebih buruk lagi tidak terjadi daur kembali. Contoh Berubahnya pola membungkus dagangan di pasar, dari daun pisang menjadi kantong plastik. Jelaslah bahwa daun pisang merupakan bahan organik yang dapat di daur ulang kembali, sedangkan plastik merupakan senyawa sintesis yang tidak dapat terdaur ulang, sehingga daur materi di lingkungan menjadi macet. Dalam hal hal tertentu pola daur materi (khususnya nutrien) di daerah tropik berbeda di daerah empat musim. Di daerah dingin sebagian besar bahan organik dan nutrien yang tersedia berada. Di lapisan tanah atau sedimen setiap waktu. Sedangkan di daerah tropis sebagian besar bahan organik berada sebagai biomassa dan akan didaur ulang di dalam struktur organik dari sistem tersebut. Oleh karena itu sangatlah tidak bijaksana untuk mengadopsi strategi pertanian dengan tanaman musiman dan pola budidaya tunggal ke daerah tropik

Daur bahan kimia yang terikat di dalam tanah akan mengikuti pola daur sedimen pada umumnya, dimana terlihat proses erosi, sedimentasi, aktivitas gunung api dan proses fisik lainnya. Karena prosesnya berjalan sangat lambat dan terjadi secara alami, maka unsur yang tersedia untuk komunitas di biosfer bergantung pada jenis batuan yang terangkat oleh gaya endogen ke permukaan bumi

Pada daur fosfor, unsure fosfor merupakan unsure yang penting bagi kehidupan organisme, tetapi persediaannya di alam terbatas, sehingga dipandang dari segi ekologi, fosfor sangat menarik untuk diselidiki. Dengan kemampuannya untuk membentuk ikatan kimia berenergi tinggi, fosfor sangat penting dalam transformasi energi pada semua organisme, umumnya lebih lebih besar daripada dalam batuan, tanah, dan dalam air. Apabila terjadi kehilangan fosfor karena mengalir ke tempat lain dalam daur suatu ekosistem, dapat membawa akibat yang serius terhadap kelangsungan hidup organisme dalam ekosistem itu. Daur fosfor lebih sederhana dan kurang sempurna. Bahan organik diuraikan, kemudian jadi fosfat yang terlarut dan terdedia untuk tumbuhan sebagai zat hara. Sumber

terbesar fosfor adalah batuan-batuan dan endapan-endapan lain yang terbentuk selama jutaan tahun yang silam.

Sumber ini secara berangsur-angsur mengalami erosi, bersamaan dengan itu pula senyawa fosfat dilepaskan ke dalam ekosistem. Tetapi sebagian besar senyawa fosfat hilang ke laut dan sebagian diendapkan di laut-dalam. Pengembalian fosfor ke dalam daur tidak seimbang dengan banyaknya fosfor yang hilang. Di berbagai bagian dunia saat ini, tidak ada usaha pengangkatan endapan fosfat ke permukaan laut, demikian pula tidak cukup kegiatan burung-burung laut dan ikan untuk mengembalikan fosfor ke daratan. Memang burung-burung laut sebenarnya memegang peranan penting dalam pengembalian fosfor ke dalam daur, seperti endapan tinja burung guano di pantai Peru. Tetapi peranan burung ini, meskipun sampai sekarang masih berlanjut, tidaklah sebanyak dan sebaik masa lampau. Kegiatan manusia yang meningkat telah mempercepat kehilangan fosfor, sehingga membuat daur fosfor menjadi lebih tidak sempurna lagi. Bila kegiatan ini tidak dikekang, pada suatu saat, manusia harus mencari sumber lain untuk melengkapi daur fosfor besar-besaran, bila manusia tidak ingin kelaparan.

Pada daur nitrogen, udara merupakan gudang nitrogen, karena udara 80 % terdiri dari gas nitrogen bebas sebagai N_2 . Nitrogen bebas ini dapat ditambat, terutama oleh tumbuhan yang berbintil akar (misalnya jenis polong-polongan) dan beberapa jenis ganggang. Nitrogen bebas juga dapat bereaksi dengan hydrogen atau oksigen dengan bantuan kilat atau petir. Di Negara-negara maju, nitrogen bebas dikumpulkan untuk keperluan industri. Dalam bintil-bintil akar terdapat bakteri yang hidup bersimbiosis dengan tumbuhan inangnya. Bakteri ini mampu menambat nitrogen bebas dari udara menjadi nitrat, melalui tahap pembentukan ammonium dan nitrit. Proses yang sama terjadi penambatan nitrogen oleh ganggang biru hijau, yang banyak terdapat di sawah. Ganggang ini hidup bersama paku-paku air yang disebut kayambang (*Azolla pinnata*). Proses penambatan oleh organisme disebut fiksasi biologis. Nitrat dapat diserap oleh tumbuhan untuk keperluan sintesis protein melalui proses metabolisme. Selanjutnya tumbuhan menjadi makanan berbagai jenis hewan. Tumbuhan dan hewan yang mati

mengalami proses dekomposisi melalui kegiatan jasad renik, yang melepaskan hasil dekomposisi itu ke dalam lingkungannya, antara lain dalam bentuk ammonium. Langkah dari protein ke nitrat menghasilkan energi bagi organisme pengurai. Langkah sebaliknya dari nitrat ke protein memerlukan energi dari sumber lain, seperti dari bahan organik atau cahaya matahari. Sebagian nitrat yang berasal dari tiga macam fiksasi dan dekomposisi itu dilarutkan air tanah dan dipindahkan ke ekosistem lain, atau hilang menjadi endapan. Nitrat juga dapat menjadi nitrit oleh kegiatan bakteri. Nitrogen dalam biosfera dapat pula datang dari endapan dangkal di lautan atau dari letusan gunung berapi.

keperluan kajian yang menyangkut amdal (analisis mengenai dampak lingkungan) dilihat dari sudut dampak pembangunan terhadap lingkungan hidup di Indonesia, menurut Tandjung (1999) ada 7 ekosistem utama :

1. Hutan hujan tropis
2. Terumbu karang
3. Mangrove
4. Pantai
5. Sungai
6. Pegunungan dan gua kapur
7. Binaan

Ekosistem yang terancam kelestariannya adalah :

1. ekosistem hutan hujan tropis
2. ekosistem terumbu karang
3. ekosistem mangrove

Ekosistem Hutan Hujan Tropis

Ekosistem ini berada di wilayah tropika termasuk Indonesia dengan curah hujan 2000 – 4000 mm/tahun. Hutan hujan tropis di Indonesia terdapat di Kalimantan dan Sumatra yang mendapat hujan setiap tahun dan mempunyai kelembaban sekitar 80%. Hutan hujan tropis Indonesia adalah penyusun utama sumber daya hayati flora darat. Permasalahan yang ada diantaranya kerawanan yang dihadapi oleh hutan hujan tropis adalah kurang ketatnya pengawasan pada saat eksploitasi atau pemanfaatan hutan produksi. Adanya konversi areal

hutan yang berisi hutan lindung untuk kepentingan lain misalnya ada jalur mangrove atau bagian taman nasional yang diubah untuk pemukiman atau perkebunan inti.

contoh kasus:

Dihutan tropis terdapat:

1. Tumbuhan kurang lebih 25.000 jenis termasuk 3000 jenis anggrek.
2. Tumbuhan bernilai ekonomi tinggi, antara lain meranti merantian, kacangkacangan, jambu jambuan.
3. Lumut dan ganggang 35.000 jenis.
4. Satwa ada 220.000 jenis yang terdiri dari mamalia 515 jenis, ikan 4000 jenis, reptil 1000 jenis, burung 1519 jenis dan serangga 200.000 jenis.

Fungsi hutan hujan tropis

1. Pengatur tata air

- a. Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah atau permukaan air ke udara disebut penguapan atau evaporasi, peristiwa penguapan dari tanaman disebut transpirasi peristiwa keduanya secara bersama disebut evapotranspirasi.
- b. Penguapan air pada tanah gundul mula mula cepat, sebab air yang menguap adalah yang terdapat dipermukaan tanah.
- c. Kecepatan penguapan air melalui permukaan tanah gundul relatif lebih sedikit dibandingkan dengan melalui tanah yang tidak gundul, tetapi apabila diatas tanah terdapat seresah, maka kecepatan penguapan lebih lambat.
- d. Seresah yang terdapat di bawah pepohonan, memudahkan air masuk ke dalam tanah (mencegah banjir), jadi dalam hal ini hutan memperbesar daya penyimpanan air tanah.

2. Penyerap karbondioksida

- a. Karbondioksida yang terdapat diudara, dengan proses fotosintesis digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan, sehingga hutan dikatakan sebagai paru paru dunia.

- b. Perlu diperlu dipertanyakan berapa persen hutan yang masih ada di negara yang telah maju. Mereka telah menggunakan hutannya untuk pembangunan dimasa yang telah silam. Disisi lain karbondioksida banyak berasal dari negara maju, ironisnya untuk menyerap karbondioksida ditugaskan bagi hutan negara yang sedang berkembang.

3. Fungsi hutan yang lain

- a. Sumber plasma nuftah sangat penting, karena berbagai misteri kehidupan yang terdapat dalam hutan terlalu banyak yang belum diketahui
- b. Habitat satwa
- c. Penciptaan iklim mikro
- d. Bioindikator terjadinya hujan asam dan pencemaran udara yang lain
- e. Pencegah erosi dan banjir

Ekosistem Terumbu Karang

Yang terdapat di ekosistem terumbu karang:

1. Terumbu karang adalah tipe ekosistem yang sangat khas tropis, dan merupakan gabungan dari berbagai macam hewan, yang membuat kerangka di luar tubuhnya sebagai pelindung yang dibuat dari bahan kapur (kalsium karbonat).
2. Mereka hidup berkoloni dengan bentuk berbagai macam: seperti pohon, kubah, setengah bola basket, cangkir. Setiap anggota koloni mempunyai hubungan dengan anggota di sekitarnya.
3. Hidup di daerah laut tropis dengan kedalaman 30 meter, suhu 26⁰C, kadar garam 33 permil.
4. Yang ada di ekosistem ini: plankton, rumput laut, ikan, benthos, moluska, crustacea. Penyusun terumbu karang: scleractina bersimbiosis dengan algae zooxanthellae.
5. Dalam hal kesatuan ini algae zooxanthellae mendapatkan karbondioksida untuk proses fotosintesis dan zat hara dari hewan-hewan terumbu karang. Oleh karena itu terumbu karang harus menempati habitat yang selalu mendapatkan

sinar matahari dan airnya jernih. Sebagai sebuah ekosistem, terumbu karang disusun oleh rantai dan jaring makanan berbagai jenis biota laut.

6. Fungsi ekosistem terumbu karang: pelindung pantai dari hempasan ombak.

Permasalahan yang ada:

1. Abrasi pantai ulu watu dan Pantai Tanah Lot akibat pengrusakan terumbu karang yang ada.
2. Kerawanan lain dari ekosistem terumbu karang adalah adanya kolektor kerang dan benda benda laut yang mau membeli dengan harga mahal benda benda yang menarik.

Ekosistem Mangrove

Habitat pertumbuhan mangrove:

1. Pasir berlumpur (di pantai yang ada muara sungai).
2. Air payau.
3. Tumbuhan penyusun: bakau & api-api.

Yang terdapat di ekosistem mangrove:

1. Sekitar 4 juta hektar hutan mangrove tersebar di beberapa pantai antara lain Sumatra, Jawa, Kalimantan dan Papua.
2. Di pantai Jakarta Utara terdapat kawasan hutan lindung dan cagar alam Muara Angke. Kawasan hutan itu tergolong komunitas mangrove yang disusun oleh berbagai jenis tumbuhan terutama bakau bakau (*Rhizophora spp.*) Dan api api (*Avicennia spp.*, *Sonneratia spp.*).
3. Komunitas mangrove yang tumbuh di pinggir pantai ini ke arah daratan membentuk ekosistem rawa.
4. Semenjak kawasan tersebut berubah fungsinya menjadi tempat pemukiman mewah yang disebut pantai indah kapuk, desa di sebelah pemukiman itu sering mengalami banjir pada musim hujan dan air sumur penduduk jakarta utara mulai terasa agak asin, semua ini terjadi karena gangguan terhadap fungsi ekosistem.

Fungsi ekosistem mangrove:

1. Menjaga garis pantai, melindungi daratan dari kemasukan air laut (intrusi). tanpa mangrove pantai akan mengalami pengikisan, air laut akan mencemari air tanah.
2. Hutan mangrove tempat kehidupan berbagai satwa terutama monyet dan burung. Kotoran satwa ini berperan sebagai pemupuk perairan pantai, menyuburkan pertumbuhan plankton, jasad renik (mikroskopik) yang menjadi makanan udang dan ikan.
3. Ekosistem mangrove menjadi tempat bertelur, berpijah dan tumbuh ikan dan udang (*breeding, ground, nursery ground*).
4. Mangrove dapat melindungi laut dari pencemaran yang bersumber dari laut.
5. Mangrove yang dipelihara dan dibudidayakan, sebagian diperlukannya untuk pembangunan seperti di Jawa Barat, pembangunan bagan, bangunan penangkap ikan di lepas pantai memerlukan kayu mangrove.

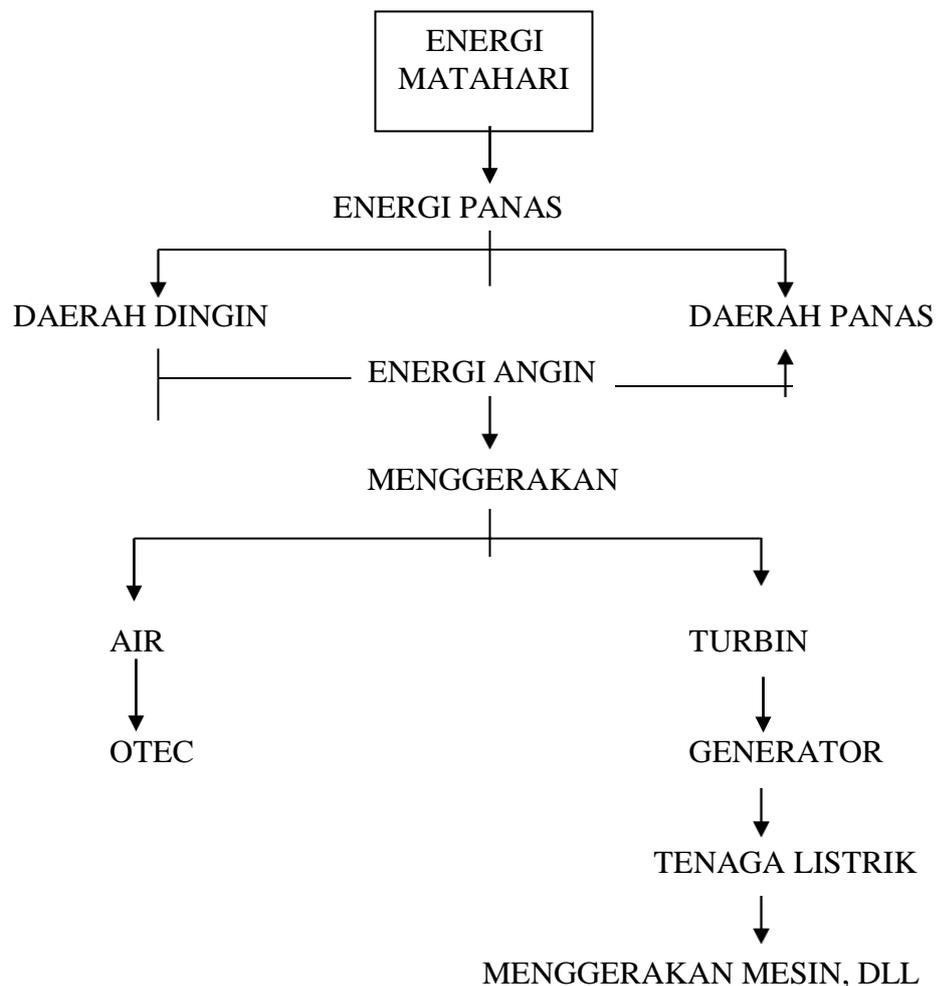
Rangkuman fungsi ekosistem mangrove		
Fisik	Biologi	Ekonomi
1. Menjaga garis pantai dan tebing sungai	1. Tempat tumbuh nener, benur & larva kerang	1. Tambak ikan dan udang
2. Mempercepat <i>accretion</i>	2. Tempat tinggal kera dan burung	2. Ladang garam
3. Mencegah banjir Mengolah limbah	Habitat biota lain	3. Sumber kayu Rekreasi

Keberadaan mangrove tidak dapat dilepaskan dari adanya rawa. Fungsi rawa adalah untuk menjaga kelestarian air tanah, mencegah intrusi air laut. Rawa seperti genangan air permukaan lain yang berupa telaga, situ, lebak, embong dan sejenisnya berperan ganda pula sebagai wadah tangkapan hujan (mencegah banjir) dan wilayah resapan (mencegah intrusi air laut). Kerugian besar yang mungkin timbul dengan perubahan kawasan rawa dan mangrove menjadi kawasan pemukiman adalah bencana banjir yang akan melanda daerah sekitarnya.

Kawasan suaka margasatwa pelaihari, kalimantan selatandido, terdiri atas hutan rawa air tawar seluas 20.000 hektar dan ke arah pantai terdapat 4000 hektar hutan mangrove. Hutan rawa air tawar tersebut didominasi jenis meranti (*Shorea balangeran*). Dikawasan hutan mangrove kawasan suaka margasatwa pelaihari terdapat jenis *Sonneratia speciosa*, *Calophyllum speciosa* dan *Vitex speciosa*. Yang sangat bernilai ekologi dan konservasi di kawasan suaka margasatwa pelaihari adalah kijang mas (*munticus muntjak*), kera hidung besar (*nasalis larvatus*) dan harimau dahan. Sayangnya kawasan ini sebagian lahannya sudah dirubah fungsinya untuk hutan tanaman industri (HTI).

D. Hukum konservasi energi (*the law of energy conservation*) :

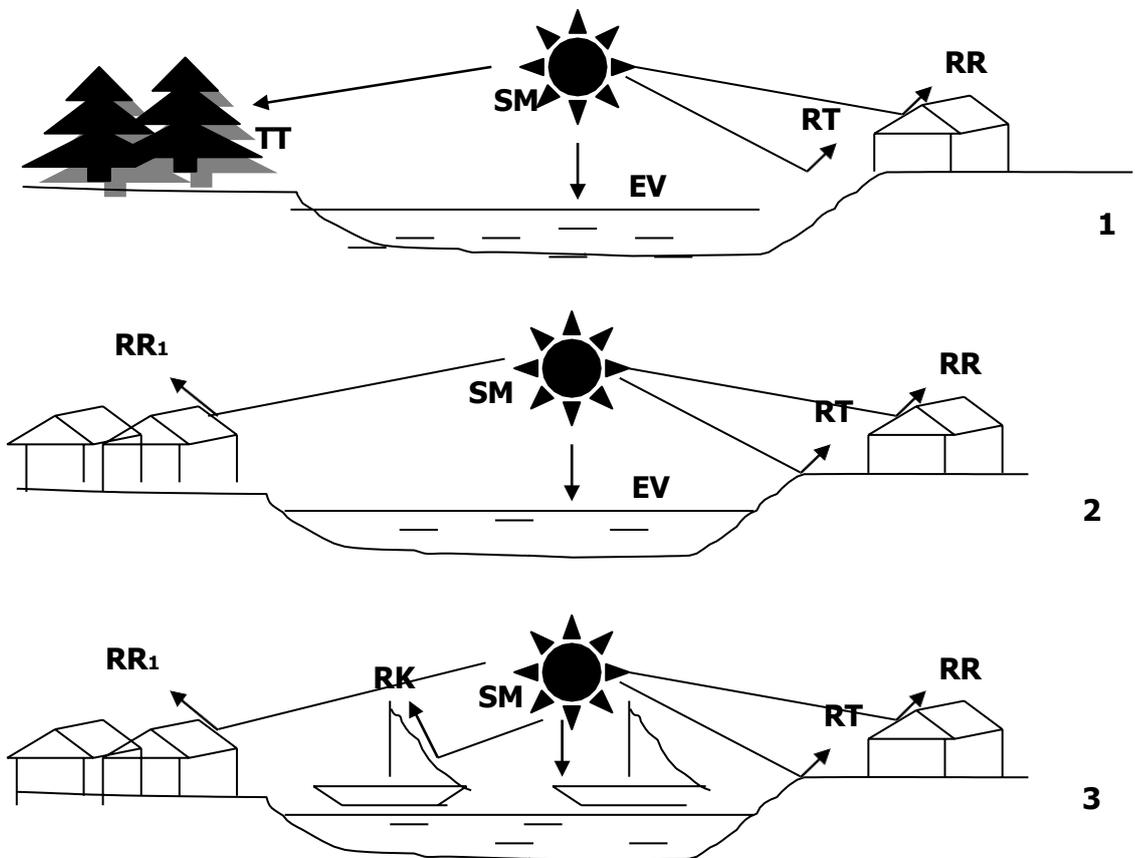
Energi tidak dapat diciptakan ataudimusnahkan, energi hanya bisa dirubah menjadi bentuk energi lain. Ilustrasi dari hukum konservasi energi ditunjukkan pada gambar 10 dan 11 berikut ini :



Gambar 3: Perubahan dari energi matahari menjadi energi lain

Dari gambar 10 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Energi matahari adalah energi panas yang sesampainya di bumi memanaskan daratan dan lautan.
2. Daratan mempunyai massa lebih padat dari air laut maka lebih dulu menjadi panas dibandingkan lautan.
3. Tempat yang panas materinya menjadi renggang, sehingga tekanannya menjadi turun.
4. Dengan demikian tekanan di darat lebih rendah daripada di lautan, sehingga terjadi aliran udara yang disebut angin dari laut ke darat pada siang hari.
5. Aliran angin ini adalah energi yang kita sebut energi kinetik karena dapat menggerakkan baling baling turbin.
6. Energi dari baling baling ini dapat memutar dinamo atau generator listrik, sehingga dihasilkan tenaga listrik.
7. Tenaga atau energi listrik dapat berubah menjadi penggerak motor atau tenaga mesin.
8. Air laut yang digerakkan angin berubah menjadi gelombang. Laut dengan gelombang yang cukup tinggi dapat diubah menjadi sumber tenaga listrik yang dikenal dengan istilah *otec* (*ocean thermal energy conversion*)
9. Energi listrik dapat pula dirubah menjadi energi panas misalnya setrika listrik, dapat pula berubah menjadi energi suara misalnya pada pengeras suara atau lempeng suara yang disebut *laser disk*.



Gambar 4: Energi hanya pindah tempat, jadi tidak dapat dihilangkan

Keterangan:

- SM : Sinar Matahari
- TT : Transpirasi Tanaman
- EV : Evaporasi
- RT : Radiasi Tanah
- RR : Radiasi Rumah
- RR1 : Radiasi Rumah Baru
- RK : Radiasi Kapal

Dari gambar 11 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sinar matahari (SM) yang merupakan sumber energi jatuh di bumi. Untuk memudahkan memahami perubahan energi ini, energi matahari yang jatuh ke bumi adalah 100 %.

2. Untuk memudahkan pengertian, energi sinar matahari yang 100 % itu jatuh pada 4 bagian bumi yaitu tanaman (hutan), bangunan (rumah), tanah dan perairan terbuka.
3. **Ada 2 sifat energi yang sampai ke bumi**

Pertama : energi tersebut terpakai untuk kegiatan di bumi, misalnya untuk kegiatan tanaman yang disebut transpirasi tumbuhan (TT) atau untuk penguapan air yang disebut evaporasi (EV).

Kedua : energi dipantulkan sebagai radiasi panas, misalnya pemantulan oleh rumah (RR) dan pemantulan oleh tanah (RT).

Dalam hal ini untuk mempermudah pengertian kita anggap TT, EV, RT, RR sepadan jumlahnya jadi masing masing 25 % sehingga dapat digambarkan persamaan :

$$\begin{array}{c}
 \boxed{SM = TT + EV + RT} \\
 \quad + RR
 \end{array}$$

- a. Dalam persamaan tersebut, energi yang dipantulkan ke alam sekitar atau lingkungan adalah RT + RR saja yaitu 50% jumlahnya yang kita rasakan sebagai suhu lingkungan kita, sementara 50% lainnya terpakai TT dan EV.
- b. Jika kita simulasikan, misalnya semua tanaman dibabat habis untuk pemukiman sehingga 75% energi (RR1 + RT + RR) dipantulkan, sehingga suhu terasa lebih panas dibandingkan dengan ketika tanaman masih ada.
- c. Semua permukaan perairan telah ditempati oleh kapal kapal atau perairan telah berubah menjadi pelabuhan, panas sinar matahari yang semula digunakan untuk evaporasi atau penguapan (EV) sekarang dipantulkan oleh kapal kapal. Terlihat semua energi sinar matahari (SM) dipantulkan sebagai radiasi panas (RR1, RK, RT, RR) sehingga lingkungan dengan pelabuhannya terasa semakin panas.
- d. Konversi tumbuhan (hutan) dan perairan menjadi perumahan atau lahan terbuka menyebabkan naiknya suhu bumi. Karena tumbuhan hijau berperan sebagai penyerap energi panas, itulah sebabnya untuk

mendapatkan lingkungan yang segar dan sejuk diperlukan penghijauan yang memadai. Dan tumbuhan dapat mempengaruhi suhu lingkungan sekitarnya, hutan dikatakan sebagai pengatur iklim mikro (*micro climate*).

- e. Terlihat pula bahwa pelabuhan dengan kapal kapal yang merapat di dermaga seolah olah menyebabkan suhu lingkungan meningkat. Hal ini benar, nyatanya Tanjung Priok di Jakarta lebih tinggi suhunya dari pada Kebayoran Baru, Tanjung Mas di Semarang lebih panas daripada di daerah Candi. Dalam skala yang lebih besar kota kota pelabuhan seperti Jakarta, Semarang lebih panas dari pada Bogor dan Salatiga.
- f. Contoh lain terkait hukum konservasi energi di bidang kimia:reaksi oksidasi molekul glukosa



Digambarkan bahwa tidak terjadi perubahan dalam arti penambahan atau pengurangan energi, yang terjadi hanya perubahan bentuk dari glukosa dan oksigen menjadi karbon dioksida dan air dengan jumlah energi yang tetap.

Hukum konservasi merumuskan tentang pemakaian energi :

Energi dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori (Nebel, 1991) :

1. Energi kinetik atau energi aktif.
2. Energi potensial atau energi berkemampuan.

Energi kinetik adalah energi yang menyebabkan gerak atau aksi. Energi potensial mempunyai kemampuan menghasilkan energi kinetik. Sinar matahari, radiasi panas, roda kincir dan listrik adalah contoh energi kinetik. Energi potensial, misalnya air terjun, yang mampu menggerakkan turbin listrik, contoh lainnya adalah energi kimia di dalam baterai, bahan bakar fosil, bahan peledak dan kayu bakar. Dari gambaran tentang energi di atas jelaslah bahwa yang dibicarakan adalah masalah alam.

Hukum entropi (*the law of energyentropy*)

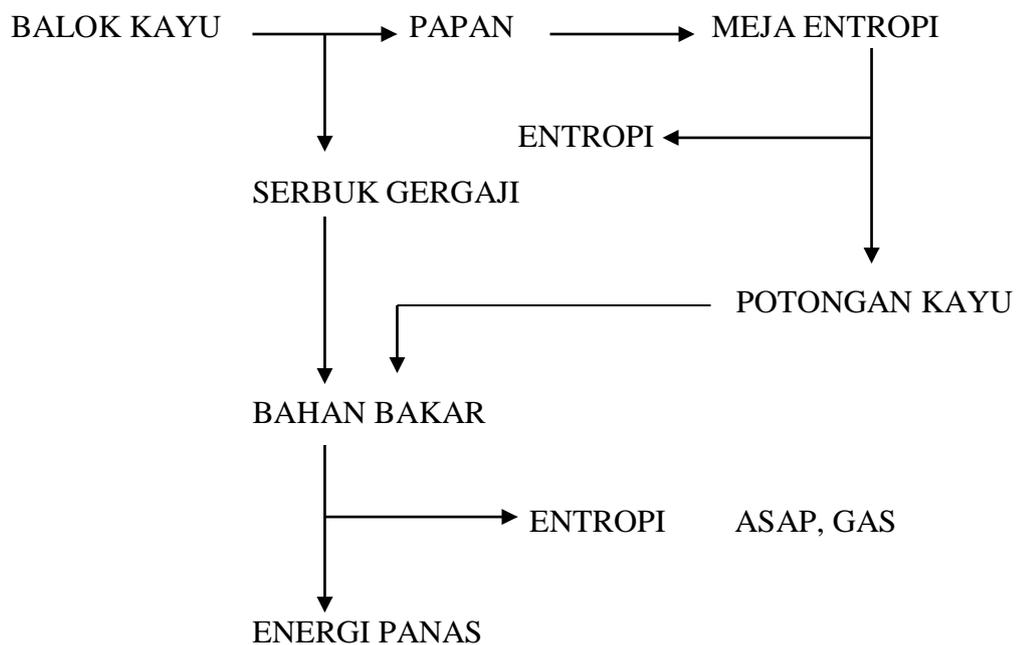
Setiap pemakaian bentuk atau unit energi tidak pernah tercapai 100 % efisiensinya, sehingga ada sisa energi yang tidak terpakai (entropi). Karena entropi itu tidak terpakai pada proses itu maka entropi disebut limbah. Jadi berdasarkan konsep ini, dengan melihat hampir semua kegiatan adalah

perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk lain maka berarti pencemaran (limbah/entropi) selalu terjadi .

Dari hukum entropi tsb ada 2 hal yg penting :

1. Pencemaran selalu terjadi dan tidak dapat dihindari karena adanya entropi.
2. Pencemaran dapat diperkecil karena sesungguhnya entropi itu adalah sumber energi bagi proses lain.

Contoh sederhana



Gambar 5: Contoh ilustrasi dari hukum konservasi

Berdasarkan gambar 10, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada saat membuat papan dari balok kayu maka entropinya adalah serbuk gergaji, karena limbah serbuk gergaji ini pada hakekatnya adalah energi, maka dapat dipakai untuk proses lain misalnya sebagai bahan bakar.
2. Papan tadi pada saat dibuat menjadi meja atau almari, limbahnya adalah potongan kayu yang dapat sebagai limbah andaikata tidak digunakan atau untuk proses lain misalnya sebagai kayu bakar.

RANGKUMAN

Ekosistem terbentuk dari unsur lingkungan hidup yang memiliki dua peran yaitu autotrofik dan heterotrofik. Autotrofik merupakan peran unsur lingkungan hidup sebagai penyedia makanan secara mandiri dengan bantuan energi matahari. Sedangkan heterotrofik merupakan peran unsur lingkungan hidup sebagai pemeroleh manfaat dari keberadaan makanan. Makanan yang dihasilkan dapat berupa bahan organik maupun bahan anorganik. Unsur lingkungan hidup yang menjadi pembentuk ekosistem yaitu abiotik, biotik, produsen, konsumen, dan dekomposer.

LATIHAN

Jawablah pertanyaan ini dengan benar melalui diskusi kelompok!

1. Jelaskan karakteristik ekosistem di bawah ini dan wilayah penyebarannya di dunia!
 - a. hutan hujan tropis
 - b. tundra
 - c. taiga
 - d. savanna
 - e. karts
 - f. terumbu karang
 - g. mangrove
 - h. sungai
 - i. padang lamun
2. Analisislah permasalahan ekosistem tersebut di atas!
3. Bagaimana peranan ekosistem tersebut bagi kehidupan manusia?
4. Bagaimana mengelola ekosistem tersebut agar dapat dimanfaatkan secara kontinyu?

BAB V

ETIKA LINGKUNGAN

Zaman modern adalah zaman global yang ditandai kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), khususnya di bidang biologi modern atau bioteknologi. Kemajuan IPTEK telah menghasilkan berbagai produk untuk memenuhi kebutuhan manusia. Namun, hasil temuan tersebut diikuti dengan munculnya masalah etika di bidang biologi dan rumpun keilmuannya, salah satunya adalah problematika lingkungan hidup (Minarno, 2012). Problematika lingkungan telah menjadi isu global (Yafie, 2006; Hartiwingsih, 2009).

Problematika lingkungan berhubungan dengan problematika etika manusia yang cenderung sulit dipecahkan. Hubungan manusia cenderung ambigu, mengakui perlunya tata nilai yang baik namun manusia terus mengeksploitasi alam. Oleh karena itu, kajian etika lingkungan sangat penting untuk diarusutamakan, perlu diinternalisasi, Pendahuluan 3 dan sembari terus berpikir ke depan tentang strategi mewariskan alam yang tersisa kepada generasi mendatang. Etika lingkungan memberikan kesadaran bahwa apapun yang dilakukan pada alam akan mempengaruhi kehidupan manusia. Pernyataan ini turut memunculkan beberapa pandangan tentang etika lingkungan dalam pendekatannya terhadap alam dan lingkungan. Uraian-uraian lebih mendalam (spesifik) terkait dengan problematika lingkungan, etika (dan berbagai istilah yang berkaitan dengannya), etika lingkungan, dan bagaimana konsep etika lingkungan dalam Islam akan pada bab-bab dan subbab-subbab selanjutnya. Termasuk pula bagaimana implementasinya dalam pembelajaran, sehingga memberikan gambaran bagaimana bila nantinya akan diimplementasikan di kelas.

Upaya yang dilakukan untuk menjamin kehidupan yang sejalan perkembangan zaman, saat ini dan masa mendatang (Jaenuddin, 2010). Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka jelaslah bahwa pendidikan adalah alat untuk menyalurkan etika saat ini ke generasi selanjutnya (masa depan). Etika itu merupakan jati diri bangsa dan ajaran luhur yang bahkan diakui oleh bangsa lain di dunia. Pendidikan juga diamanahi tugas untuk mengembangkan etika dalam

hidup agar sejalan dengan perkembangan zaman, sehingga memungkinkan munculnya etika baru yang positif (Darmawati, 2013).

Pendidikan menjadi perwujudan *value bond* atau sarat nilai, maka menginternalisasikan nilai-nilai etika merupakan salah satu fungsi pendidikan. Meskipun mereka yang saat ini menjadi “aktor” perusakan lingkungan juga merupakan produk pendidikan dan mungkin juga produk pendidikan yang berkaitan dengan materi lingkungan hidup saat itu, namun kita tidak dapat mengatakan bahwa pendidikan telah gagal melaksanakan fungsinya. Kegagalan pendidikan yang justru menghasilkan manusia perusak lingkungan bisa jadi karena pendidikan itu “hampa” nilai-nilai. Tentu belajar dari pengalaman, kegagalan atau ketidakberhasilan ini jangan terulang lagi. Saat proses pembelajarannya, materi etika tidak tepat bila hanya dijadikan sebagai topik hafalan, tetapi harus dikaitkan dengan dunia nyata yang dihadapinya sehari-hari (kontekstual). Dunia nyata yang memunculkan fakta kerusakan lingkungan harus dijadikan sebagai obyek kajian dalam kajian lingkungan, sekaligus bagaimana dimensi etika dalam hubungannya dengan masalah kerusakan lingkungan itu (Sudarwati, 2012). Kondisi itu sejalan dengan pernyataan Boer (2006) bahwa pendidikan terkait lingkungan selama ini dan segala “embel-embelnya” ternyata hanyalah “pepesan kosong belaka, seperti tong kosong nyaring bunyinya”. Kita salah dalam mendefinisikan pendidikan lingkungan selama ini yang hanya berbicara dan memberikan teori-teori lingkungan yang diturunkan dari ilmu-ilmu biologi, kimia, fisika, dan sosial belaka. Kita juga hanya berbicara tanpa memberikan contoh, atau tidak sama sekali berusaha memberikan atau membuat dan membangun etika secara perlahan, menerapkan sampel dalam praktik keseharian sebagai ujicoba dan perbandingan. Kesalahan itu terjadi sudah sejak lama dan masih berlangsung sampai sekarang ini, serta kemungkinan besar masih akan diteruskan, selama tidak ada ikhtiar untuk memberikan alternatif solusi yang baru. Memang telah menjadi fakta ironi bahwa dalam bidang pendidikan, nilai-nilai etika sudah mulai terabaikan, yaitu dengan adanya kecenderungan bahwa tugas kependidikan adalah untuk melahirkan manusia yang cerdas tanpa memperhatikan tuntutan terhadap kesadaran etika, segala yang terkait dengannya

(moral, karakter mulia, dan akhlaq), dan tidak hanya pintar wacana tapi giat dalam praktik. Prioritas utama pendidikan hanyalah sekadar mengejar kecerdasan rasional tanpa diimbangi dengan emosional yang berakar dari nilai hidup (etika). Para peserta didik hanya berorientasi mengejar nilai pelajaran yang hal ini akan berakibat lahirnya manusia-manusia pintar, tetapi rendah kepedulian terhadap implementasi etika dan tidak mampu atau tidak terpenggil berbuat nyata. Artinya, rasio hanya diarahkan untuk mengejar kemampuan membedakan benar dan salah tetapi mengabaikan prinsip baik dari yang buruk. Pendidikan yang demikian hanya akan melahirkan manusia yang cerdas secara artifisial namun miskin dalam karakter dan jati diri. Akibatnya, begitu produk pendidikan kembali ke masyarakat, maka akan kehilangan eksistensi diri sebagai subyek peradaban manusia bahkan justru menjadi sumber (pencipta) masalah lingkungan. Tentu saja, menyikapi masalah itu sudah menjadi tugas kita untuk merekonstruksi dan merevitaliasi pendidikan sesuai dengan misi utama yang dijabarkan sebelumnya.

Kita perlu kembali menginterintegrasikan antara nilai dan sikap, pengetahuan, kecerdasan, dan keterampilan, serta kemampuan komunikasi dan kesadaran etika lingkungan. Dalam konteks model pendidikan, hal yang dimaksud kurikulum, mesti disesuaikan dengan kebutuhan anak didik (student oriented) bukan berorientasi pada kebutuhan guru/dosen (teacher oriented) yang bersifat parsial. Pada umumnya pelaksanaan ide, konsep atau, kebijakan lebih sukar karena pelaksanaan kebijakan berkaitan dengan kondisi riil yang sering berubah dan sukar diperkirakan. Kondisi riil tersebut berbeda dengan asumsi-asumsi generalisasi dan simplifikasi ketika kebijakan tersebut dalam proses dirumuskan. Sebagai akibatnya, pada proses pelaksanaan muncul implementation gap atau kesenjangan, yaitu perbedaan antara hal yang dirumuskan dalam kebijakan dengan hal yang dapat dilaksanakan. Sehubungan dengan itu, pembelajaran yang berhubungan dengan materi lingkungan (termasuk juga ekologi dan cabang biologi lainnya) harus terkait dengan fungsi afektif (sikap), yaitu memberdayakan kemampuan berpikir, dan merangsang terimplementasinya perilaku etis

Sebagai wujud dari pengambilan keputusan etik (keputusan yang diambil berdasarkan pemahaman etika yang baik). Sebagaimana dikemukakan Sukarsono

(2016), bahwa seseorang dapat belajar menghayati nilai suatu objek yang dihadapi melalui alam perasaan, entah objek itu berupa orang, benda, atau peristiwa. Meskipun pengalaman belajar dinilai sebagai penilaian spontan, tetapi pengalaman itu akan sangat bermakna bagi proses membangun perasaan yang pada gilirannya juga menginternalisasikan suatu nilai etika. Sejalan dengan pandangan Sukarsono tersebut, Muhyidin (2011), menyatakan bahwa untuk menumbuhkan etika lingkungan, diperlukan metode tertentu sebagai cara untuk memahami, menggali, dan mengembangkan etika lingkungan, sehingga dapat menjadi pribadi yang memiliki perilaku ramah dan peduli terhadap lingkungan. Pilihan metode didasarkan pada pandangan dan persepsi dalam menghadapi manusia sesuai dengan unsur penciptaannya, yaitu jasmani, akal, dan jiwa, guna mengarahkannya menjadi pribadi yang sempurna. Metode penumbuhan etika lingkungan ini dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) mengajarkan, (2) keteladanan, (3) pembiasaan, dan (4) refleksi. Keempat metode tersebut menurut Sukarsono (2016) merupakan siklus yang harus dilakukan secara terus-menerus. Kiswanto et al., (2014) juga menekankan bahwa perlunya suatu upaya penyadaran generasi terkait hubungan harmonis dengan lingkungan. Menurut pandangan holistik, antara manusia dan lingkungan terintegrasi sebagai satu kesatuan yang tak terpisahkan. Bicara tentang perilaku masyarakat yang peduli lingkungan tidak terlepas dari tingkat pengetahuan dan sikap tentang berbagai hal yang berkaitan dengan lingkungan.

Pengetahuan seseorang tentang sesuatu hal secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap sikap dan tingkah lakunya. Pengetahuan menjadi dasar pembentukan keyakinan serta keyakinan menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan sikap sedangkan pengetahuan adalah kumpulan informasi yang terekam dalam diri seseorang. Perilaku masyarakat berkaitan dengan persepsi dan sikap. Persepsi yang salah dan sikap yang kurang tepat dapat memunculkan pemikiran yang kurang tepat mengenai tentang lingkungan hidup. Informasi-informasi yang salah yang diterima seseorang akan menjadi sikap, persepsi, dan perilaku yang keliru pada seseorang. Pemberian informasi yang tepat lewat

serangkaian metode yang tepat inilah yang menjadi tugas dunia pendidikan/pembelajaran.

Sejalan dengan laju perkembangan masyarakat, pendidikan harus menjadi sangat dinamis dan menyesuaikan dengan perkembangan yang ada. Kurikulum pendidikan, terlebih di perguruan tinggi, tidaklah menjadi patokan yang baku dan statis, tetapi sangat dinamis dan harus menyesuaikan dengan situasi dan kondisi yang ada (Zainuddin, 2008).

LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan benar melalui diskusi kelompok!

1. Uraikan pendapat Anda, mengapa etika lingkungan perlu dipelajari, dipahami, dan diejawantahkan dalam kehidupan sehari-hari oleh mahasiswa?
2. Bagaimanakah peran Anda sebagai calon guru dalam menanamkan etika lingkungan kepada peserta didik? Bagaimana Anda dapat berperan sebagai "contoh yang baik" bagi para peserta didik Anda? Jelaskan secara logis!
3. Analisislah pandangan pesimistik dan optimistik lingkungan! Bagaimana kelebihan dan kekurangan dari masing-masing pandangan tersebut?

BAB VI

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Menurut UU pengelolaan lingkungan hidup no.23 tahun 1997 Pencemaran lingkungan adalah masuknya /dimasukannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun, sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang / tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

1. Pencemaran oleh makhluk hidup

a. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Tumbuh didanau yang berfungsi: PLTA, irigasi, perikanan.

Sifat alami eceng gondok:

- 1) Sambil menyerap unsur hara di air, terjadi pula penyerapan air dan penguapan melalui daun (evapotranspirasi atau penguap peluhan).
- 2) Dapat menyerap oksigen terlarut di air sehingga kadarnya berkurang (*hypoxia*) atau oksigen terlarut habis (*anoxia*).
- 3) Karena punya kemampuan menyerap materi sehingga tanaman ini dan tumbuhan air lainnya digunakan untuk mengatasi pencemaran organik di perairan.

b. Bakteri coli

Merupakan indikator pencemaran tinja, karena bakteri coli berasal dari saluran pencernaan (colon) manusia dan hewan vertebrata.

2. Pencemaran oleh zat

Zat: suatu unsur kimia terlarut di air atau cairan lain dalam bentuk ion-ion terutama ion logam

zat input → tubuh manusia: metal merkuri (CH₂Hg)

Didalam tubuh manusia hanya ion merkuri yang merusak system syaraf, dan bila kena janin di rahim ibu menyebabkan bayi lahir cacat jasmani dan IQ rendah (minamata)

Keracunan logam kadmium / cd (itai- itai):

- a. Fase awal: warna kuning pada gigi, kemampuan mencium bau hilang, mulut kering
- b. Jumlah sel darah merah menurun terjadi kerusakan sum-sum tulang
- c. Metabolisme Ca terganggu diikuti melembeknya tulang dan patah tulang sehingga terjadi deformasi kerangka tulang.

3. Pencemaran oleh energi:

Energi berupa panas (panas yang terbawa air bekas pendinginan mesin pabrik) dan energi berupa suara (pabrik, motor penggerak)

4. Pencemaran oleh komponen kimia

Komponen kimia : ikatan kimia berupa

- a. Pestisida (insektisida, rodentisida, nematosida, herbisida, fungisida).
- b. Pupuk yang berlebihan
- c. Limbah industri

5. Pencemaran lingkungan oleh kegiatan rumah tangga dan perorangan

a. Kegiatan perorangan

Merokok → perokok pasif

- 1) Gas CO (mengandung CD, NI, dan logam lain tergantung kondisi tanah tempat tumbuhnya tanaman tembakau.
- 2) NI dan CD diduga penyebab kanker paru-paru.
- 3) Gas CO bereaksi dengan Hb darah dapat menimbulkan keracunan darah.
- 4) Tar dan nikotin merusak jaringan paru-paru.

b. Kegiatan rumah tangga

Sampah rumah tangga berasal dari semua keperluan dapur dan bahan-bahan untuk membungkus dan dikelompokkan menjadi 2:

1) Sampah organik

Mudah terurai bila ditimbun. Contoh :

- a) tumbuh-tumbuhan
- b) hewan

2) Sampah anorganik

Sulit terurai bila ditimbun, contoh:

- a) Gelas ± 1 juta tahun

- b) Plastik \pm 240 tahun
- c) Logam \pm 100 tahun
- d) Aluminium \pm 500 tahun
- e) Timah \pm 100 tahun

6. Pencemaran lingkungan oleh kegiatan pertanian

Kegiatan pertanian : pembukaan lahan penanaman, pemakaian pupuk dan pestisida, kegiatan waktu panen, pasca panen.

a. Pembukaan lahan

- 1) pembukaan lahan secara besar-besaran dengan alat berat (menimbulkan kebisingan)
- 2) Keterlambatan menanam : menimbulkan erosi pada musim hujan dan menyebabkan gangguan kehidupan perairan dan terjadi sedimentasi

b. Kegiatan pertanian

- 1) pemupukan berlebihan: menimbulkan eutrofikasi
- 2) Pemakaian pestisida berlebihan: buah & sayuran terkontaminasi.

c. Kegiatan panenpencemaran akibat sisa panen

Jerami (media jamur merang dan bahan baku kertas) sisa sayuran dan buah yang busuk (makanan ternak dan kompos)

d. Kegiatan pasca panen

Pencemaran akibat proses pengolahan hasil panen: sekam (penggilingan padi) kulit buah dan biji (industri pengalengan buah).

7. Pencemaran lingkungan akibat kegiatan industri

a. Pencemaran air

- 1) Parameter fisik: bau rasa, suhu, DHL, partikel padat terlarut, kekeruhan
- 2) Parameter kimia: ph, DO, COD,BOD, logam berat, NO₃, CL
- 3) Parameter biologi: angka kuman, e coli

b. Pencemaran udara

Limbah gas: SO₂, NO_x, CO, aldehid, metan, asap, jelaga, dll

4. Pencemaran oleh kegiatan transportasi

a. Pencemaran oleh suara/kebisingan

- 1) Merupakan gangguan bagi kegiatan yang butuh ketenangan
- 2) Secara fisiologis kebisingan menyebabkan gangguan pendengaran, menaikkan denyut jantung dan tekanan darah dan emosi

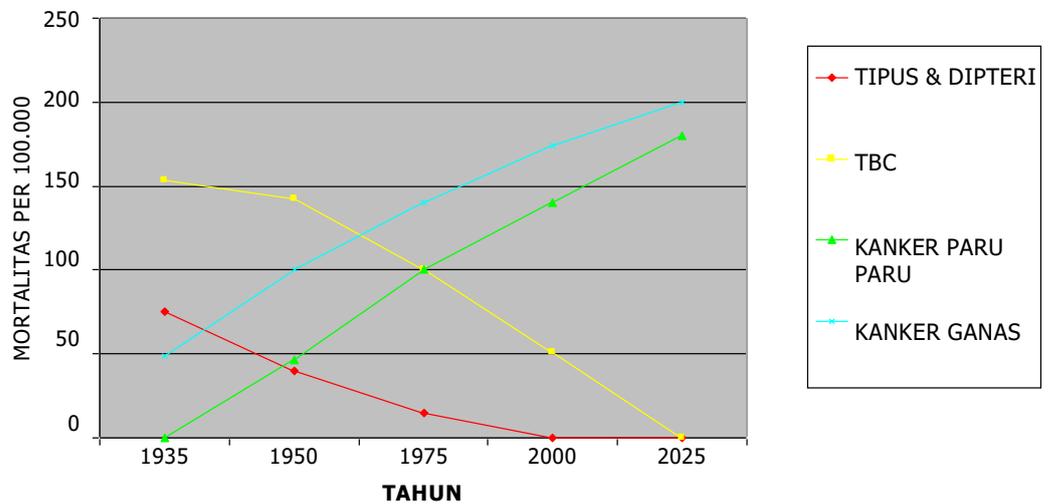
b. Pencemaran oleh gas buang kendaraan

- 1) Gas buang: CO, SO₂, NO_x, Pb, CHO
- 2) Dampak pada kesehatan manusia: mata pedih, iritasi hidung, gangguan pada paru-paru

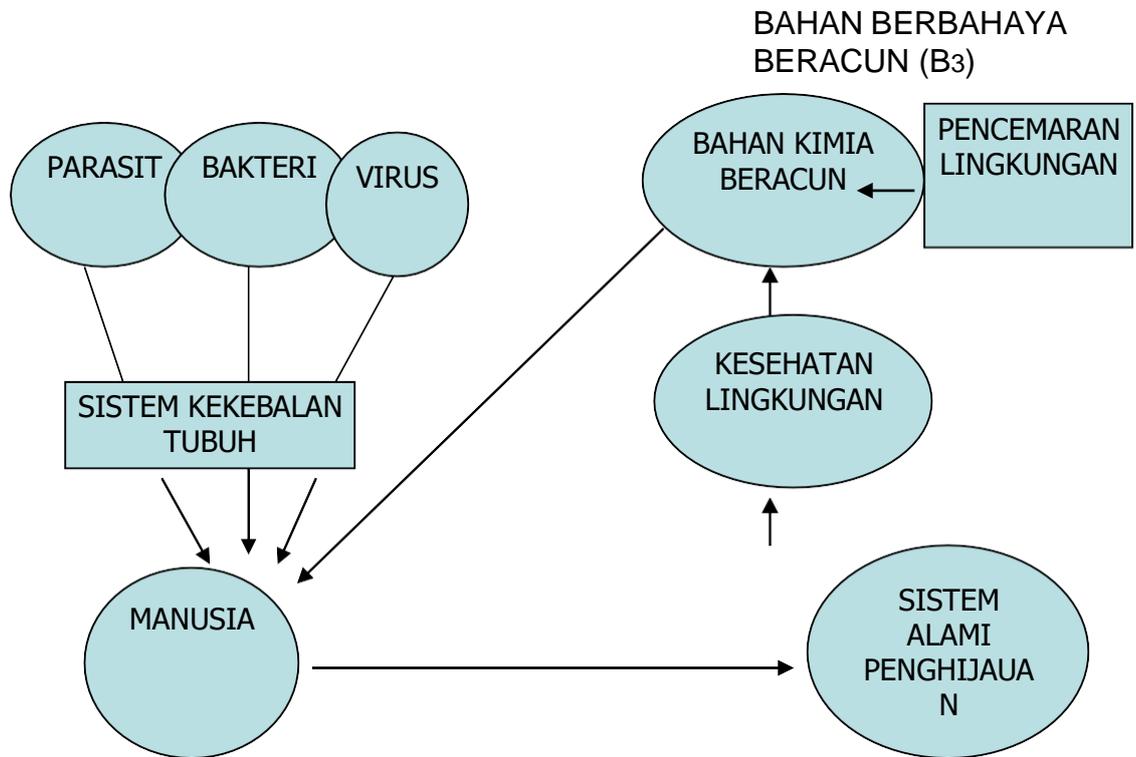
c. Dampak pada tanaman yang ada di dekat jalan raya : kandungan logam tinggi

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN LINGKUNGAN

GRAFIK PERGESERAN MORTALITAS KARENA PENYAKIT YG DISEBABKAN MIKROORGANISME DAN YANG DISEBABKAN PENCEMARAN LINGKUNGAN



Gambar 6: Grafik pergeseran mortalitas karena penyakit yang disebabkan Mikroorganisme dan yang disebabkan pencemaran lingkungan



Gambar 7 : Dengan adanya sistem kekebalan tubuh manusia dapat bertahan terhadap bermacam macam parasit, tetapi terhadap bahan beracun dan berbahaya manusia tidak tahan

Limbah akan berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama limbah bahan beracun dan berbahaya. Merupakan suatu pertanyaan bahwa manusia dapat bertahan terhadap bermacam macam parasit, tetapi terhadap bahan beracun dan berbahaya manusia tidak tahan. Ketahanan yang dimiliki oleh manusia tersebut disebabkan manusia dapat membentuk sistem kekebalan terhadap penyakit yang disebabkan organisme. Di lain pihak terhadap bahan beracun dan berbahaya seperti pestisida (misalnya DDT) tubuh manusia tidak dapat membentuk sistem kekebalan. Hal ini dapat dilihat dari gambar 11, yang memperlihatkan semakin meningkatnya kematian yang disebabkan oleh kanker yang sebagian besar ditimbulkan oleh bahan beracun dan berbahaya. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa mortalitas yang disebabkan oleh tbc, tipus dan dipteri menurun tajam dari tahun ke tahun.

Memang ada perbedaan antara penyakit organismik (disebabkan organisme seperti virus, bakteri) dan penyakit lingkungan (disebabkan bahan beracun berbahaya). Perbedaan tersebut disebabkan oleh substansi penyusun penyebab penyakit dan kemampuan tubuh manusia menghadapinya. Organisme terdiri dari substansi organik seperti karbohidrat, lemak, protein, sedangkan bahan berbahaya dan beracun terdiri dari beberapa atom C saja.

Sistem kekebalan tubuh dapat menyerang parasit, bakteri, versus yang terbentuk antara lain:

1. Ribuan asam amino
2. Atom C

Tubuh tidak berdaya terhadap zat kimia beracun (misal DDT) yang terdiri dari hanya 14 atom C, 9 atom H, 5 atom Cl.

1. Molekul protein: terdiri dari ratusan asam amino
2. Molekul karbohidrat: merupakan kombinasi banyak gula sederhana
3. Molekul lemak: terdiri ratusan asam lemak

Teori molekuler:

1. Parasit, bakteri, virus terdiri dari ratusan sampai ribuan atom C
2. Zat kimia DDT hanya terdiri: 14 atom C, 9 atom H, 5 atom Cl

Sehingga sistem kekebalan tubuh tidak dapat mendeteksinya

MANUSIA (*Homo erectus*)

Sejak dua juta tahun yang lalu telah mengenal dan telah beradaptasi terhadap lingkungan organisme parasit, bakteri, virus. Sementara manusia baru mengenal DDT sejak tahun 1940

Teori evolusi dan adaptasi

Waktu evolusi 2 juta tahun, tubuh manusia beradaptasi terhadap parasit, bakteri, virus yaitu dengan membentuk sistem kekebalan tubuh. Sedang waktu puluhan tahun belum cukup bagi tubuh manusia untuk membentuk sistem kekebalan terhadap zat-zat kimia.

Bahan Berbahaya Beracun (B₃):

Semua bahan / senyawa baik padat, cair ataupun gas yang mempunyai potensi merusak terhadap kesehatan manusia serta lingkungan akibat sifat-sifat yang

dimiliki: 1. Mudah meledak. 2.Mudah terbakar, 3.Bersifat reaktif, 4.Beracun, 5.Menyebabkan infeksi 6.Bersifat korosif.

RANGKUNGAN

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy atau komponen lain ke dalam lingkungan atau berubahnya tatanan lingkungan akibat kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan menjadi menurun sampai ke tingkat yang menyebabkan lingkungan kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya

LATIHAN

Jawablah pertanyaan ini dengan benar! Diskusikanlah dengan kelompok!

1. Mengapa pencemaran lingkungan terjadi? Faktor apakah yang menyebabkan pencemaran semakin lama menjadi tingkatannya semakin tinggi?
2. Bagaimana cara meminimalkan pencemaran yang terjadi?
3. Bagaimana sikap kita sebagai masyarakat dapat menurunkan pencemaran tersebut?
4. Jelaskan pencemaran yang terjadi di daerahmu dan analisislah penyebab pencemaran tersebut terjadi!

BAB VII

MASALAH LINGKUNGAN GLOBAL

Krisis ekologi: istilah yang sering digunakan untuk menyebut suatu masalah menyangkut gangguan ekosistem. Masalah lingkungan global saat ini ditandai oleh pencemaran yang terjadi hampir diseluruh dunia.

Krisis ekologi terkait dengan masalah lingkungan global :

1. Perubahan tingkat pertumbuhan penduduk dunia

Perubahan tingkat pertumbuhan penduduk seiring dengan perkembangan ekonomi. Jika penduduk bertambah maka eksplorasi sumber daya meningkat. Pada akhir abad ke 20, penduduk bumi sudah bertambah lebih dari tiga kali lipat, dan *gross world product* menjadi sekitar 20 kali. Konsumsi minyak bumi menjadi lebih dari 10 kali lipat, dan penggunaan energi lebih dari 15 kali penggunaan awal abad ini. Hal ini berdampak pada lingkungan hidup (*ABC environment*).

2. Limbah bahan berbahaya beracun (B₃)

Limbah bahan berbahaya beracun yang sangat ditakuti adalah limbah dari industri kimia, misalnya pestisida dan sampah radioaktif. Amerika serikat negara penghasil limbah B₃ yang terbesar di dunia yaitu 264 juta ton setiap tahunnya. Limbah tersebut terdiri dari residu yang mengandung logam berat dan senyawa organik, misalnya DDT yang dipakai untuk melindungi tanaman dan tumbuhan dari serangan hama. Pencemaran lingkungan yang terjadi lebih diperparah lagi dengan pemakaian DDT di usa dan kanada sangat berlebihan, sehingga membunuh burung dan ikan tidak hanya di usa bahkan sampai amerika selatan (Nebel, 1991). Amerika serikat butuh biaya 20-100 milyar dollar untuk membersihkan 200-10.000 tempat pembuangan limbah. Pencemaran lingkungan yang menjadi ciri masalah lingkungan di negara industri kini telah memasuki negara berkembang, hal ini disebabkan karena:

- a. Pertumbuhan yang sangat pesat sekali di awal abad 20 sejalan dengan perkembangan ekonomi telah menimbulkan dampak lingkungan.

- b. Adanya gerakan ekologi dangkal, negara maju mengeksport pencemaran ke negara berkembang.

Negara maju dengan dalih mengeksport teknologi canggih ke negara berkembang, membangun industri yang menghasilkan limbah B3, antara lain CO, O₃ dan SO₂, yang menjadikan kawasan industri sebagai sumber pencemar.

3. Pergeseran alokasi pemakaian sumber daya dan penyebaran pencemaran dari negara industri ke negara berkembang.

Berdirinya gerakan ekologi dangkal (*shallow ecology movement*) tahun 1980 an yang berpedoman:

- a. Pencemaran harus dikurangi dan atau disingkirkan
- b. Pemakaian sumber daya harus dihemat demi kepentingan negara negara industri

Yaitu dengan cara:

- 1) Negara industri mengeksport teknologi ke negara berkembang dengan membangun industri yang menghasilkan limbah berbahaya.
- 2) Negara industri mengeksport pestisida yang sudah tidak boleh dipakai di negaranya seperti insektisida organochlorin (ddt, aldrin, dieldrin, heptachlor, endrin), insektisida organofosfat (diazinon, malathion).

4. Menyebarnya dampak lokal menjadi global

a. Meledaknya reaktor pusat listrik tenaga nuklir Chernobyl 29 april 1986, radiasi terdeteksi di swedia, denmark dan negara eropa lainnya, baru 12 jam kemudian pengumuman tv moskow menyikapi musibah ini

- 1) Penyebab meledaknya reaktor Chernobyl adalah kelalaian manusia (*human error*)
- 2) Pada saat pengujian kerja turbin turbin pabrik, dalam latihan menghadapi keadaan darurat (*emergency*), terlalu banyak sistem pengaman dimatikan. Hal ini menyebabkan aliran air pendingin menurun dengan cepat dan 200 ton uranium menjadi panas sampai 2800 derajat celcius, yang kemudian menimbulkan ledakan dasyat

- 3) Pada saat itu, 1700 ton graphite pijar membumbung ke udara, uranium *fuel* meleleh sambil melepaskan isotop isotop dan jika ditinjau dari toksikologi radioaktivitas sangat tinggi tingkat racunnya
- 4) Isotop tersebut terdorong ke atas oleh panas dan disirkulasikan ke seluruh penjuru

Akibat bencana Chernobyl:

- 1) Korban meninggal kurang lebih 2000 orang, penduduk sekitar terancam radiasi, sehingga terancam kanker dan bayi cacat
- 2) Lahan pertanian seluas 150 km terkontaminasi, tidak mungkin di gunakan selama puluhan tahun, kecuali jika *topsoil* dihilangkan
- 3) Penduduk sekitar area pabrik terkena radiasi 20-100 rem, sehingga terancam kanker dan melahirkan bayi cacat
- 4) Angin saat itu bertiup ke arah barat laut wilayah pertanian dan peternakan, sehingga tanaman dan hewan hewan ternak di ukrania rusak

b.Tragedi Bhopal India

Pabrik insektisida karbaril di Bhopal bocor, mengeluarkan *methyl isocyanate* / mic (3 Desember 1984). Tengah malam memasuki dinihariawan kabut (*smog*) *methyl isocyanate* menutupi bumi setinggi 35 m. Pengobatan korban diragukan dan tidak memadai, sampai tahun 1985 tidak ada penyembuhan, dan penderita yang terkontaminasi mic meningkat (Miller, 1985). Ribuan hewan mati dan membusuk di jalan jalan. Menyebabkan 2500 orang meninggal, 200.000 orang sakit dan 17.000 orang menderita sakit paru paru permanen.

Penyebab bencana Bhopal:

1. Kepadatan penduduk di India, yang menyebabkan tempat tinggal terdesak ke *buffer zone* di sekitar pabrik. Disamping itu menyadari perlunya penggunaan pestisida untuk peningkatan produksi pangan, pabrik pestisida didirikan.
2. *Union carbide* menimbun *methyl isocyanate* dalam jumlah besar, sistem pendingin dan tanki pengontrol tidak bekerja, tidak mempunyai *emergency plan*, dansangat dekat dengan pemukiman

3. Tanggal 2 desember 1984 menjelang tengah malam 450-900 liter air dipompakan ke tangki *methyl isocyanate* untuk membuat insektisida sevin. Suhu dan tekanan dalam tangki meningkat serta mengakibatkan tangki meledak dengan melepaskan 22.500 kg bahan berbahaya dan beracun (B₃) ke udara.

Pencemaran tidak mengenal batas negara (*pollution knows no national boundary*)

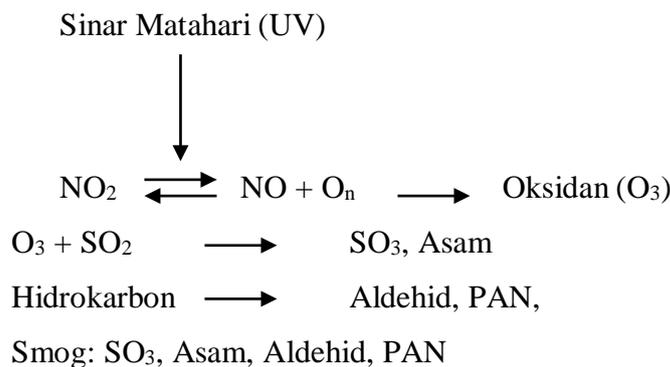
a. Hujan asam

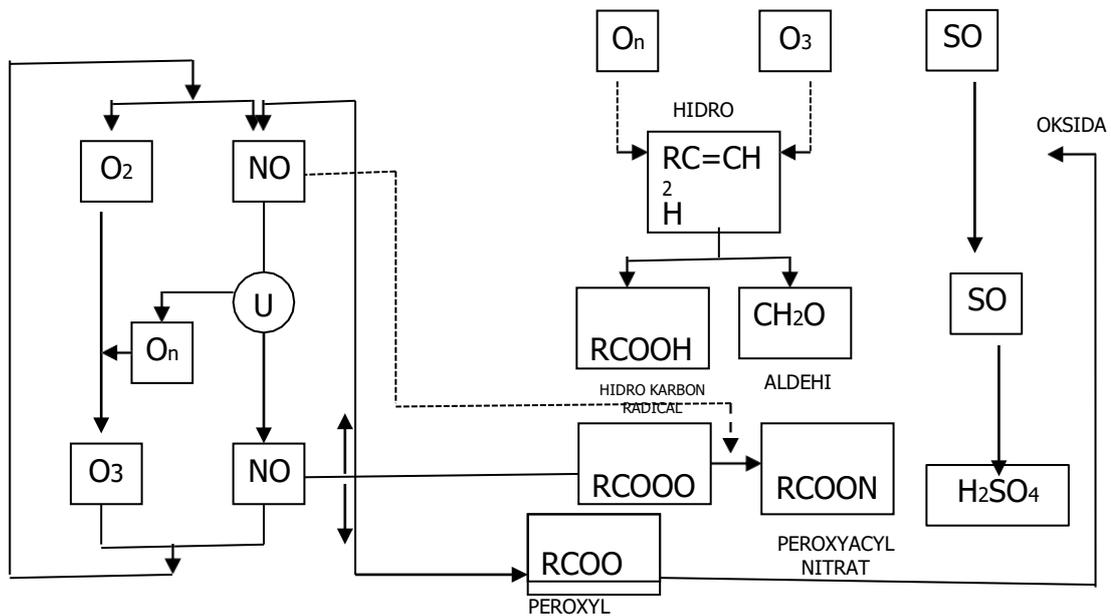
- 1) Hujan dengan pH lebih kecil dari 5,6
- 2) Air hujan menjadi asam karena terkontaminasi oleh sulfur dioksida (SO₂) dan oksida nitrogen (NO_x)
- 3) Sumber SO₂ yang utama adalah industri dengan bahan bakar batubara, dan sumber nox yang terbesar adalah kendaraan bermotor
- 4) Akibat hujan asam, dapat merugikan: ekosistem, danau, hutan, tanaman pertanian dan bangunan

Hujan asam dimulai prosesnya dengan terbentuknya smog

Smog

Merupakan kabut sangat beracun bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Banyak terdapat pada daerah daerah industri. Terbentuknya smog menurut Haagen-Smith, sebagai berikut:





Gambar 8: Proses pembentukan smog menurut Haagen-Smith

b. Lubang ozon

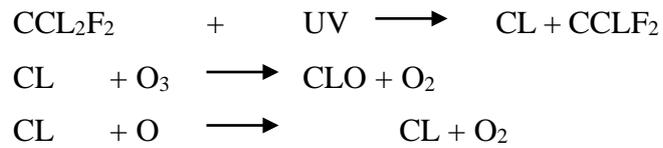
Disebabkan oleh senyawa kimia freon / *chlorofluorocarbon* (CFC) yang merusak lapisan ozon stratosfer. Lapisan ozon yang merupakan pelindung bumi ada pada ketinggian 15-35 km dari permukaan bumi. Lapisan ozon menjadi penyaring sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet jenis c (uv-c) sangat berbahaya bagi kehidupan, dan pada manusia dapat menimbulkan kanker kulit. Apabila lapisan ozon rusak oleh CFC maka sinar uv-c akan sampai ke bumi (Tandjung, 1993).

Peristiwa pembentukan lubang ozon:

Musim dingin di antartika ditandai daerah lapisan ozon yang dibatasi pusaran angin (*vortex*) terlihat keadaan udaranya jadi hening dan terisolasi dari daerah sekitar disebut *containment vessel* yang merupakan daerah perusakan ozon utama karena:

- 1) CFC nya berkadar rendah, sedangkan CLO (Klor Monoksida) tinggi
- 2) CLO: terbentuk dari CL hasil perombakan CFC
- 3) Korelasi negatif antara kadar ozon dan CLO

Reaksi perusakan ozon oleh CFC (rantai reaksi CLOx):



c. Efek umah kaca dan pemanasan global:

1. Efek rumah kaca terjadi karena semakin banyak gas CO₂ di angkasa
2. Sinar matahari yang sampai ke bumi dipantulkan kembali ke permukaan bumi, sehingga bumi semakin panas
3. Dikhawatirkan es dan salju di kutub dapat mencair pada saat kenaikan suhu bumi dan akibat terjadi banjir planet
4. Dalam 100 tahun kadar gas CO₂ meningkat dari 29000 ppb menjadi 350.000 ppb (Tandjung, 1999)
5. Ada pendapat bahwa sumbangan gas CO₂ terhadap efek rumah kaca sekitar 50 %, dan penyebab lain adalah gas methana (15 %), cfc (13%)NO_x (9%) dan gas stratosfer (13%)

BAB VIII

KESEHATAN LINGKUNGAN

A. Pengertian Kesehatan Lingkungan

Lingkungan sehat menurut WHO adalah “Keadaan yg meliputi kesehatan fisik, mental, dan sosial yg tidak hanya berarti suatu keadaan yg bebas dari penyakit dan kecacatan.”. Sementara pengertian Lingkungan Menurut A.L. Slamet Riyadi (1976) adalah ”Tempat pemukiman dengan segala sesuatunya dimana organismenya hidup beserta segala keadaan dan kondisi yang secara langsung maupun tidak dapat diduga ikut mempengaruhi tingkat kehidupan maupun kesehatan dari organisme itu.” Terdapat beberapa pendapat tentang pengertian Kesehatan Lingkungan sebagai berikut

- a. Pengertian Kesehatan Lingkungan Menurut World Health Organisation (WHO) Those aspects of human health and disease that are determined by factors in the environment. It also refers to the theory and practice of assessing and controlling factors in the environment that can potentially affect health. Atau bila disimpulkan “Suatu keseimbangan ekologi yang harus ada antara manusia dan lingkungan agar dapat menjamin keadaan sehat dari manusia.”
- b. Menurut HAKLI (Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan Indonesia) “Suatu kondisi lingkungan yang mampu menopang keseimbangan ekologi yang dinamis antara manusia dan lingkungannya untuk mendukung tercapainya kualitas hidup manusia yang sehat dan bahagia.”
- c. Apabila disimpulkan Pengertian Kesehatan Lingkungan adalah “ Upaya perlindungan, pengelolaan, dan modifikasi lingkungan yang diarahkan menuju keseimbangan ekologi pada tingkat kesejahteraan manusia yang semakin meningkat.”

B. Ruang Lingkup Kesehatan Lingkungan

Kontribusi lingkungan dalam mewujudkan derajat kesehatan merupakan hal yang essensial di samping masalah perilaku masyarakat, pelayanan kesehatan dan faktor keturunan. Lingkungan memberikan kontribusi terbesar terhadap timbulnya masalah kesehatan masyarakat. Ruang lingkup Kesehatan lingkungan adalah :

a. Menurut WHO

- 1) Penyediaan Air Minum
- 2) Pengelolaan air Buangan dan pengendalian pencemaran
- 3) Pembuangan Sampah Padat
- 4) Pengendalian Vektor
- 5) Pencegahan/pengendalian pencemaran tanah oleh ekskreta manusia
- 6) Higiene makanan, termasuk higiene susu
- 7) Pengendalian pencemaran udara
- 8) Pengendalian radiasi
- 9) Kesehatan kerja
- 10) Pengendalian kebisingan
- 11) Perumahan dan pemukiman
- 12) Aspek kesling dan transportasi udara
- 13) Perencanaan daerah dan perkotaan
- 14) Pencegahan kecelakaan
- 15) Rekreasi umum dan pariwisata
- 16) Tindakan-tindakan sanitasi yang berhubungan dengan keadaan epidemi/wabah, bencana alam dan perpindahan penduduk.
- 17) Tindakan pencegahan yang diperlukan untuk menjamin lingkungan.

b. Menurut UU No 23 tahun 1992 Tentang Kesehatan (Pasal 22 ayat 3), ruang lingkup kesehatan lingkungan sebagai berikut :

- 1) Penyehatan Air dan Udara
- 2) Pengamanan Limbah padat/sampah
- 3) Pengamanan Limbah cair
- 4) Pengamanan limbah gas
- 5) Pengamanan radiasi
- 6) Pengamanan kebisingan
- 7) Pengamanan vektor penyakit
- 8) Penyehatan dan pengamanan lainnya : Misal Pasca bencana.

Pada 2016 situs web WHO tentang kesehatan lingkungan menyatakan "Kesehatan lingkungan membahas semua faktor fisik, kimia, dan biologis seseorang, dan semua faktor yang memengaruhi perilaku. Ini mencakup penilaian dan pengendalian faktor-faktor lingkungan yang berpotensi mempengaruhi kesehatan. Ini ditargetkan untuk mencegah penyakit dan menciptakan lingkungan yang akan mendukung kesehatan. Definisi ini tidak termasuk perilaku yang tidak berkaitan dengan lingkungan, serta perilaku yang terkait dengan lingkungan sosial dan budaya, serta genetika."

WHO juga mendefinisikan pelayanan kesehatan lingkungan sebagai "layanan yang menerapkan kebijakan kesehatan lingkungan melalui kegiatan pemantauan dan pengendalian. Selain itu, juga menjalankan peran dengan mempromosikan peningkatan parameter lingkungan dengan mendorong penggunaan teknologi dan perilaku yang ramah lingkungan dan sehat. Kemudian, kesehatan lingkungan memiliki peran utama dalam mengembangkan dan menyarankan bidang kebijakan baru. "

LATIHAN

Diskusikanlah pertanyaan berikut secara berkelompok! Laporkanlah hasil diskusi anda!

Bagaimana penerapan kesehatan lingkungan di lingkungan di wilayah tempat tinggalmu? Buatlah makalah dengan tema kesehatan lingkungan berdasarkan observasi lapangan di wilayah tempat tinggalmu

BAB X

PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN

A. Pendahuluan

Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk di dalamnya manusia dan perilakunya. Ini menggambarkan, bahwa lingkungan hidup itu berkaitan dengan berbagai faktor yang ada dalam satu ruang. Secara umum lingkungan diklasifikasikan menjadi:

- a. Lingkungan fisis
- b. Lingkungan biologis
- c. Lingkungan sosial Semua faktor saling mempengaruhi dan berhubungan sehingga terbentuk lingkungan hidup yang harmonis.

Oleh karena itu, perubahan salah satu faktor fisis akan mempengaruhi perubahan terhadap faktor lain. Interaksi, interelasi, dan faktor-faktor lingkungan merupakan suatu ekosistem yang membentuk rangkaian kehidupan dalam suatu lingkungan. Karena pada lingkungan terjadi saling interaksi, berhubungan, dan ketergantungan.

Ekosistem ini mempengaruhi hewan dan tumbuhan untuk berkembang. Interdependensi antara faktor fisis, biotik, dan manusia membentuk lingkungan hidup (ekologi). Bersama hewan, tumbuhan, dan jasad renik, manusia membentuk suatu ruang tertentu dengan benda yang tidak hidup, seperti air, cuaca, tanah, batu, dan sebagainya. Ruang yang ditempati secara bersama itu disebut dengan lingkungan hidup. Pembangunan berwawasan lingkungan adalah pengelolaan sumber daya secara bijaksana, pembangunan yang berkesinambungan dan peningkatan mutu hidup. Dalam era sekarang ini pembangunan dilaksanakan hampir di segala bidang. Pembangunan mempunyai sasaran untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Aktivitas pembangunan ada yang menimbulkan efek yang tidak direncanakan yang disebut dampak lingkungan. Dampak lingkungan merupakan pengaruh perubahan pada lingkungan hidup yang diakibatkan oleh suatu usaha atau kegiatan. Kegiatan itu dapat bersifat alamiah, baik kimia, fisika

maupun biologi. Kegiatan alamiah misalnya semburan asap gunung berapi. Kegiatan biologi misalnya pertumbuhan enceng gondok di sungai, Sedangkan kegiatan fisik seperti kegiatan manusia berupa pembangunan tanggul untuk pengendalian banjir dan penyemprotan sawah dengan pestisida. B. Pembahasan 1. Sifat dan Kualitas Lingkungan Hidup Sifat lingkungan hidup ditentukan oleh bermacam-macam faktor, yaitu:

1. Jenis dan jumlah masing-masing unsur-unsur lingkungan hidup. Misalnya sepuluh manusia, seekor anjing, tiga burung perkutut, sebatang pohon kelapa, dan sebuah bukit batu. Lingkungan lain dihuni seorang manusia, sepuluh ekor anjing, tertutup rerimbunan pohon bambu di atas permukaan tanah yang rata. Kedua lingkungan itu tentu akan berbeda sifatnya karena faktor jenis dan jumlah penghuninya yang tidak sama.
2. Hubungan atau interaksi antara unsur dalam lingkungan hidup. Contoh bila sebuah meja dengan berbagai kursi dan ada pot diletakkan di pinggir ruang akan berbeda sifatnya bila meja di tengah dengan kursi, sedangkan pot ditaruh di pojok ruangan.
3. Kelakuan atau kondisi lingkungan. Contoh masyarakat yang selalu sibuk akan berbeda dengan masyarakat yang hidupnya santai dan banyak pengangguran.
4. Faktor non materiil, seperti suhu, cahaya, dan kebisingan dapat kita rasakan kalau suasana panas berbeda dengan suasana sejuk. Sedangkan kualitas lingkungan hidup yang merupakan kondisi lingkungan dalam hubungannya dengan mutu hidup. Kualitas lingkungan hidup dapat diukur dengan menggunakan kualitas hidup sebagai acuan, yaitu dalam lingkungan yang berkualitas tinggi terdapat potensi untuk pengembangannya. Kualitas hidup ditentukan oleh tiga komponen, yaitu derajat dipenuhi kebutuhan hidup hayati, derajat dipenuhinya kebutuhan untuk kelangsungan hidup manusiawi, dan derajat kebebasan untuk memilih. Untuk dapat melangsungkan hidup secara hayati, manusia membutuhkan udara, air, dan pangan dalam kuantitas dan

kualitas tertentu. Kemudian, manusia merasa memerlukan kebutuhan dasar lain yang lebih manusiawi, antara lain pendidikan, rumah, dan energi.

**Dikutip dari Artikel yang ditulis oleh Tri Rumhadi, M.Pd Widyaiswara Muda
BDK Surabaya**

RANGKUMAN

Pembangunan berwawasan lingkungan adalah upaya melestarikan lingkungan. Dengan diadakannya pembangunan nantinya didasari dengan sumber daya alam serta berada pada tempat indah jauh dari polusi. Upaya ini dilakukan tidak hanya serta merta saja, namun tentu memiliki tujuan. Usaha ini akan dilakukan dengan meningkatkan kualitas manusianya secara bertahap namun dengan memerhatikan faktor lingkungan sekitar. Pembangunan berwawasan lingkungan ini juga dikenal sebagai sebutan pembangunan berkelanjutan.

Kriteria pembangunan berwawasan lingkungan ini juga biasa disebut dengan ciri yang diartikan sebagai suatu perencanaan yang memerhatikan daya dukung lingkungan sehingga dapat mendukung adanya kesinambungan pembangunan berwawasan lingkungan yang akan berdampak baik bagi kelangsungan hidup kedepannya. Jadi dalam ciri pembangunan berwawasan lingkungan ini sebenarnya menjelaskan bagaimana inti dari pembangunan ini sebagai pembeda dari pembangunan biasa saja tanpa melibatkan sumber alam di dalamnya. Komisi dunia untuk lingkungan dan pembangunan mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan hak pemenuhan kebutuhan generasi mendatang.

LATIHAN

Diskusikanlah dengan kelompok Anda

Analisislah dan kritisi artikel dengan judul Pembangunan berwawasan lingkungan di atas! Diskusikan jawaban anda dengan kelompok!

BAB XIV

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN

Dalam konteks analisis dampak lingkungan, penelitian dampak dilakukan karena adanya rencana aktivitas manusia dalam pembangunan. Dampak pembangunan menjadi masalah karena perubahan yang disebabkan pembangunan selalu lebih luas dari pada yang menjadi sasaran pembangunan yang direncanakan. Sebagai contoh jika petani menyemprot sawahnya dengan pestisida untuk memberantas hama wereng, yang mati bukan hanya wereng saja melainkan juga lebah madu yang terbang di udara, ikan dan katak yang ada di sawah. Matinya lebah, ikan dan katak secara umum disebut efek samping atau dampak. Secara umum dalam analisis dampak lingkungan, dampak pembangunan diartikan sebagai perubahan yang tidak direncanakan yang diakibatkan oleh aktivitas pembangunan.

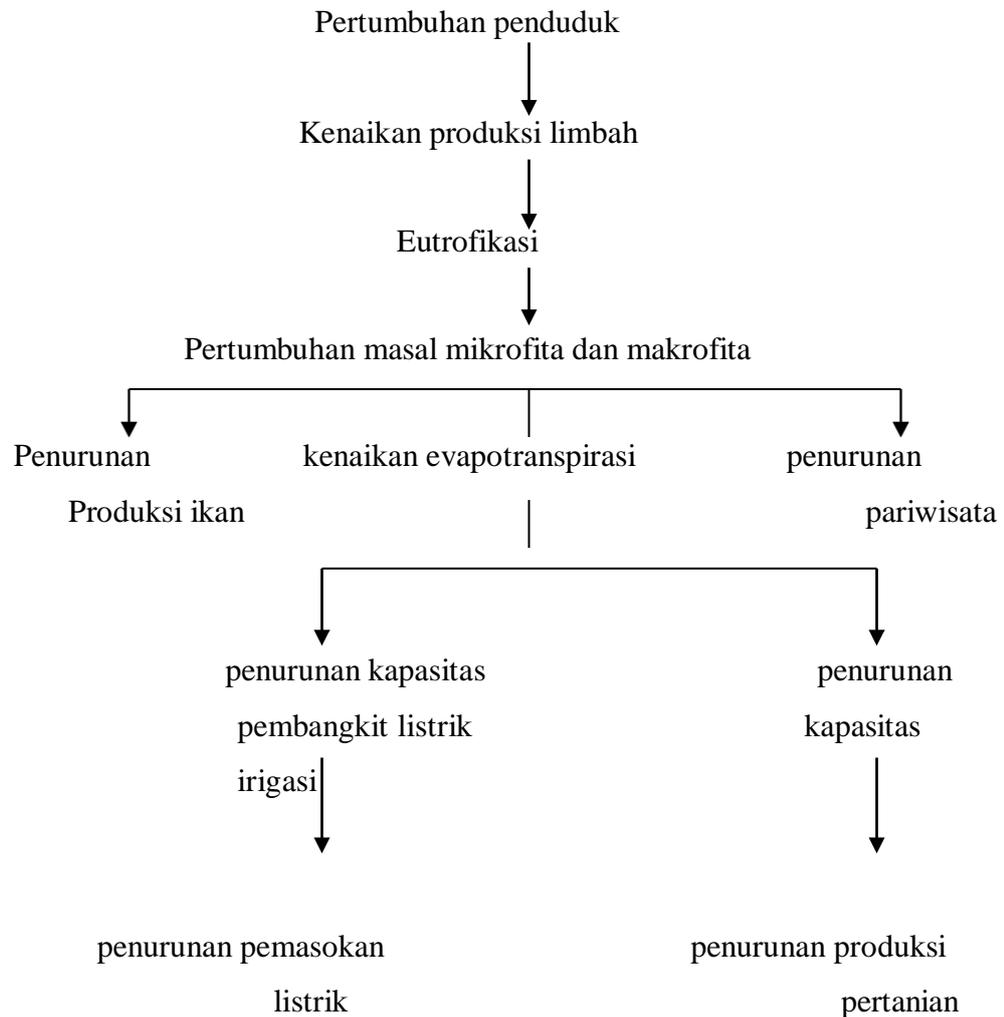
Dampak bersifat positif dan negative akan tetapi di negara maju banyak orang hanya memperhatikan dampak negatif daripada dampak positif, bahkan umumnya dampak positif diabaikan. Di Indonesia pun dampak sering mempunyai konotasi negatif, sehingga dalam banyak buku terdapat bagian penanggulangan dampak yang mengandung arti dampak negatif, sebaliknya tidak menguraikan tentang usaha memperbesar dampak positif. Tekanan yang berlebih pada dampak negatif disebabkan oleh pengaruh gerakan lingkungan di negara maju yang merupakan reaksi terhadap kerusakan lingkungan oleh pembangunan. Di dalam analisis dampak lingkungan memang sebaiknya arti dampak diberi batasan: perbedaan antara kondisi lingkungan yang diperkirakan akan ada tanpa adanya pembangunan dan yang diperkirakan akan ada dengan adanya pembangunan. Dengan batasan tersebut maka dampak yang disebabkan oleh aktivitas lain di luar pembangunan, baik alamiah maupun oleh manusia, tidak ikut diperhitungkan dalam perkiraan dampak. Dampak meliputi baik dampak biofisik maupun dampak sosial-ekonomi-budaya dan kesehatan.

Dampak lingkungan menurut UULH no. 23 tahun 1997 : perubahan lingkungan oleh suatu kegiatan.

Kegiatan:

1. Bersifat alamiah adalah kegiatan yang dilakukan oleh alam bersifat:
 - a. Fisik : gempa bumi, banjir dan lain lain
 - b. Kimia: gas-gas kimia yang dikeluarkan oleh alam seperti gas co yang ada di dieng
 - c. Biologi: pertumbuhan tanaman enceng gondok di waduk
2. Kegiatan yang dilakukan manusia misalnya:
 - a. **Pembangunan dibidang pariwisata**
 - 1) **Dampak positif:**
 - a) Tersedianya lapangan pekerjaan
 - b) Naiknya pendapatan negara
 - 2) **Dampak negatif:**
 - a) Berubahnya nilai budaya masyarakat
 - b. **Pembangunan dibidang industri**
 - 1) **Dampak positif:**
 - a) Tersedianya lapangan kerja
 - b) Naiknya pendapatan negara
 - c) Dan lain lain
 - 2) **Dampak negatif:**
 - a) Pencemaran lingkungan (udara, air dan kebisingan).

Dampak lingkungan dari suatu kegiatan, baik dampak negatif maupun dampak positif harus sudah dapat diperkirakan sebelum kegiatan itu dimulai yaitu dengan melakukan analisis dampak lingkungan. Jadi analisis dampak lingkungan adalah merupakan alat untuk merencanakan tindakan preventif terhadap kerusakan lingkungan yang mungkin akan ditimbulkan oleh suatu aktivitas pembangunan yang direncanakan. Contoh dampak lingkungan:



Gambar 9: Dampak lingkungan akibat pertumbuhan penduduk

Tolok ukur dampak lingkungan:

1. Abiotic

a. Terhadap air

- 1) Fisik: kekeruhan, temperatur, Daya Hantar Listrik (DHL), *Total Suspended Solid (TDS)*, *Suspended Solid (SS)*
- 2) Kimia: pH, DO (*Disolved Oxygen*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), logam, dll
- 3) Biologi: angka kuman, bakteri coli

b. Terhadap lahan

- 1) Kotor

- 2) Bau
- 3) Berwarna kehitam hitaman
- 4) Tidak subur
- c. Terhadap udara
 - 1) Udara kotor dan gelap adanya polutan seperti CO₂, SO₂, NH₃, H₂S, dan lain lain
 - 2) Kebisingan
- 2. *Biotic*
 - a. Species : jenis suatu organisme (tumbuhan, hewan, mikroorganisme)
populasi: kumpulan organisme sejenis
 - b. Habitat : tempat hidup organisme
Komunitas : kumpulan populasi yang menempati habitat tertentu
 - 1) Komunitas ikan: air
 - 2) Komunitas padi: sawah
 - c. Ekosistem: gabungan beberapa komunitas
 - 1) Ekosistem mangrove
 - 2) Ekosistem hutan tropis
- 3. *Cultural*
 - a. Kepadatan penduduk
 - b. Kesehatan masyarakat
 - c. Interaksi sosial
 - d. Lapangan pekerjaan
 - e. Kualitas lingkungan

Yang dimaksud dampak penting adalah perubahan yang sangat mendasar yang diakibatkan oleh suatu kegiatan. Untuk memperkirakan dampak penting, maka diperlukan pedoman ukuran dampak penting yang meliputi:

1. Jumlah manusia yang terkena dampak
2. Luas wilayah persebaran dampak
3. Lama dampak dan intensitas dampak berlangsung
4. Banyaknya komponen lingkungan lainnya yang akan terkena dampak
5. Sifat kumulatif dampak

RANGKUMAN

Analisis dampak lingkungan adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan di Indonesia. Kerangka acuan yang selanjutnya disingkat KA ruang lingkup kajian analisa dampak lingkungan hidup yang merupakan hasil pelingkupan. Analisis Dampak Lingkungan Hidup yang Selanjutnya disebut Andal adalah telaahan secara cermat dan mendalam tentang dampak penting suatu rencana usaha dan/atau kegiatan. Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup yang selanjutnya disebut RKL adalah upaya penanganan dampak terhadap lingkungan hidup yang ditimbulkan akibat dari rencana usaha dan/atau kegiatan. Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup yang selanjutnya disingkat RPL adalah upaya pemantauan komponen lingkungan hidup yang terkena dampak akibat dari rencana usaha dan/atau kegiatan.

LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan mendiskusikannya bersama kelompok!

1. Mengapa analisis dampak lingkungan diperlukan dalam mengevaluasi kegiatan aktivitas masyarakat?
2. Jelaskan kelebihan dan kekurangan analisis dampak lingkungan secara singkat!
3. Apa manfaat analisis dampak lingkungan bagi masyarakat?
4. Bagaimana implementasinya di Indonesia? Bandingkanlah dengan negara lainnya!
5. Apa fungsi analisis dampak lingkungan?

DAFTAR PUSTAKA

- Amsyari Fuad.1996. *Membangun Lingkungan Sehat* Airlangga University Press
Surabaya
- Aipassa M. 2003. AMDAL dan Audit Lingkungan. Program Pasca Sarjana Ilmu
Lingkungan. Samarinda
- Dirdjosoemarto S. 1996. Ekologi Modul 1-6 Departemen Pendidikan dan
Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan dasar dan Menengah. Jakarta
- Atoch Miftahul Huda dkk. 2014. Etika Lingkungan. Cetakan Pertama, Juni 2019
ISBN: 978-979-796-384-2 Hak Terbit pada UMM Press
- Kristianto P.2002. *Ekologi Industri*. Universitas Kristen Petra Surabaya. Penerbit
Andi Yogyakarta.
- Pengetahuan Populer, 1994, Grolier International, INC. Jakarta:Oxford University
Press-Widyadara Sri Pudji Lestari, 2003. Modul Pembelajaran Geografi Untuk
Madrasah Aliyah. Jakarta:
- Proyek Peningkatan Perguruan Agama Islam Tingkat Menengah. Development of
Madrasah Aliyah Project (DMAP) Daldjoeni, 1982. Pengantar Geografi.
Bandung:
- Slamet Soemirat J. 2002. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Perss.
Yogyakarta.