

ARMIN ARIEF

PENGETAHUAN LINGKUNGAN II

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TGL	21-9-96
SUMBER/HARGA	HD
KOLEKSI	KRI
No INVENTARIS	551/40/96 - p. 21
KLASIFIKASI	304.23 ARI p. 1



FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG

1995

MILIK OPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

KATA PENGANTAR

Buku Pengetahuan Lingkungan (Pengling) II, adalah lanjutan buku I. Buku ini disusun sebagai bahan bacaan bagi yang ingin tahu secara umum tentang lingkungan. Penyajian bahan diusahakan melalui pendekatan pragmatisme, yakni bertolak dari masalah yang ada atau yang aktual dalam kehidupan masyarakat. Bahan-bahan dalam Pengling diramu dalam bab-bab yang disusun sebagai suatu jalinan fungsional. Buku Pengetahuan Lingkungan II terdiri dari beberapa bab. Di antara bab tersebut berisi tentang ekosistem darat dan hutan; ekosistem perairan air tawar dan air asin; pencemaran dan masalah sampah; kesehatan lingkungan; pembangunan berwawasan lingkungan, pembangunan terlanjutkan dan etika lingkungan.

Penyajian dalam buku ini penulis sadari masih banyak kelemahan dan kekurangannya; dan untuk itu kritik dan saran sangat diperlukan dari pembaca untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga buku ini ada manfaatnya dalam meningkatkan kesadaran hidup berlingkungan bagi kita bersama. Terimakasih banyak.

Padang, 28 Nopember 1995

Penyusun,

D A F T A R I S I

	Halaman
KATA PENGANTAR	i i
DAFTAR ISI	i i i
BAB 1 EKOSISTEM DARAT DAN POLA KEHIDUPAN DARAT	1
BAB 2 HUTAN SEBAGAI SUMBER DAYA	9
BAB 3 EKOSISTEM AKUATIK AIR TAWAR	20
BAB 4 EKOSISTEM AKUATIK AIR ASIN	30
BAB 5 PENCEMARAN	39
BAB 6 PENCEMARAN UDARA	55
BAB 7 KEBISINGAN	73
BAB 8 MASALAH SAMPAH	82
BAB 9 KESEHATAN LINGKUNGAN	100
BAB 10 PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN, PEMBANGUNAN PEMBANGUNAN TERLANJUTKAN, ETIKA LINGKUNGAN	120
KEPUSTAKAAN	133

BAB 1

EKOSISTEM DARAT DAN POLA KEHIDUPAN DARAT

Pendahuluan

Permukaan Bumi luasnya diperkirakan sekitar 510.056.000 km persegi, terdiri dari lautan dan daratan.

Daratan atau lahan luasnya sekitar 149.137.000 km² (29.24%) dari total permukaan bumi, dan ini berupa:

- a. dataran rendah dengan ketinggian kurang 25 m di atas permukaan laut,
- b. perbukitan dengan ketinggian kurang dari 500 m di atas permukaan laut, dan
- c. pegunungan dengan ketinggian lebih dari 500 m di atas permukaan laut.

Kegiatan-kegiatan manusia sehari-hari biasanya pada ketinggian 0-2.000 m di atas permukaan laut.

Tanah sebagai lingkungan hidup

Tanah sebagai lingkungan hidup (environment) mempengaruhi perkembangan hidup dan kehidupan manusia. Pengaruhnya dapat menimbulkan perbedaan dalam ras, kultur atau kebudayaan, perilaku (behaviour), dan sebagainya. Sebagai contoh:

* Tanah di sekitar sungai Nil mempengaruhi peradaban orang-orang Mesir. Mesir terkenal dengan Pharaoh dan benda budaya piramid-piramidnya.

* Tanah di sekitar sungai Gangga India, mempengaruhi peradaban masyarakatnya. Lingkungan di sana banyak memberi inspirasi terhadap hal gaib dan mistik, sehingga masyarakat

India terkenal dengan ceritera-ceritera wayang: Ramayana, Pandawa, dan sebagainya.

* Tanah di sekitar sungai Hoang Ho atau tanah kuning di China. Masyarakat China terkenal dengan peninggalan tembok China, produk obat mercon, percetakan buku, keramik dan sebagainya yang dibuat dari bahan tanah.

* Tanah pergunungan kapur (marmer) di Roma. Semenjak Zaman Romawi, Roma telah terkenal dengan bangunan dan arsitek indah dari bahan marmer.

* Pegunungan dengan berbagai kekayaan bahan tambang seperti Schwarzer Walder di German. Lingkungan dengan sumber daya alam yang banyak memberikan daya tantangan pada manusia. Lingkungan demikian dianggap dapat menghasilkan orang-orang cerdas yang tangguh mengatasi lingkungan. Dengan demikian di sana banyak berkembang industri, teknologi tinggi, dan sebagainya.

* Tanah dengan gurun pasir seperti di daerah timur tengah (Arabia dan negara-negara Arab). Tanah dengan kondisi demikian memberikan peluang hidup berpindah-pindah bagi masyarakat (pengembalaan, bertualang, menyampaikan ide-ide pembaharuan kemanusiaan) menjadi tempat kelahiran agama-agama besar seperti agama Kristen, Islam, dan lain-lain.

Tanah dan proses pembentukan tanah

Tanah (L solum; lantai atau dasar), merupakan lantai atau dasar bagi semua makhluk hidup. Tanah adalah:

- permukaan daratan yang mudah lepas, lunak, dan plastis;
- tempat aktivitas manusia, terutama dengan pekerjaan

pengolahan tanah (pertanian):

- bagian daratan yang mudah terkikis:
- terbentuknya melalui proses pelapukan batuan dasar dan pembusukan senyawa organik (destruktif):
- pembentukannya melalui proses alami, dan berlangsung sangat lambat sekitar 1/100 mm per tahun.

Proses-proses pelapukan batuan dasar sangat tergantung kepada:

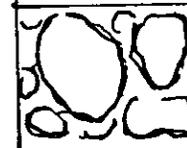
- sipat batuan dasar (keras, lunak, dan lain-lain),
- iklim, terutama terhadap curah hujan. Curah hujan yang tinggi akan mempercepat proses pelapukan. Curah hujan yang rendah proses pelapukan lambat. Di samping itu disebabkan oleh perbedaan suhu udara, terutama perbedaan suhu antara siang dan malam hari. Apabila perbedaan suhu itu besar, maka proses pembentukan tanah atau pelapukan batuan dasar itu akan cepat.
- vegetasi, yaitu pada sistem perakaran. Tumbuhan rendah hidupnya hanya menempel pada batu-batuan lava, dan dengan demikian terjadi pelapukan, pembentukan tanah, dan selanjutnya dapat tumbuh tumbuhan tinggi.

Perbedaan iklim dan sistem vegetasi mempengaruhi pula jenis tanah yang dihasilkan.

Ilmu tanah yang pusat perhatiannya atau mempelajari proses pelapukan biokimia alam disebut 'pedologi'; sedangkan perhatian terhadap tanah sebagai tempat tumbuh berbagai tumbuhan terutama tumbuhan tinggi disebut 'edafologi'.

Penampang tanah

Berdasarkan bagan penampang tanah, maka struktur tanah dapat dibedakan atas beberapa bagian atau lapis:

	Profil	Horizon	Keterangan
		Horizon 0	Lapisan organik, banyak humus
Tanah		Horizon A	Tanah lapuk, gembur, coklat hitam, hasil pelapukan batuan mengandung bahan organik.
		Horizon B	Tanah lapuk, lengket, plastis, coklat muda, merah batu bata.
Batu		Horizon C	Tanah lapuk, bercampur dengan kerakal, sisa-sisa batuan yang belum lapuk.
		Batuan dasar	Batuan segar, belum lapuk.

Topsoil, atau tanah permukaan adalah tanah olah, kedalamannya kira-kira sama dengan lapisan tanah bajakan (cangkul). Lapisan ini sebagai lapisan medium pertumbuhan tanaman, kira-kira tanah horizon 0 dan A.

Subsoil, yaitu lapisan di bawah topsoil. Tanah ini juga mengalami pelapukan tetapi sedikit mengandung bahan organik; kira-kira identik dengan horizon B.

Bahan induk, lapisan sebagian besar mengandung bahan mineral yang mempunyai susunan kimia dengan berbagai bentuk kristal; kira-kira identik dengan lapisan/horizon C.

Batuan dasar (bedrock), batuan yang masih utuh belum mengalami pelapukan.

Pembentukan tanah dari batuan dasar sampai menjadi tanah dengan ketebalan sekitar 30 cm memakan waktu (100 - 100.000) tahun. Bahan batuan dasar yang telah mengalami perubahan ini

disebut 'regolit' (regur, lapuk; lithos, batuan) yang akibat dari pengaruh angin, air, es, dan sebagainya. Dengan demikian ada regolit dari endapan sungai, endapan glasial, endapan dari angin, dan endapan pengaruh gelombang.

Kemiringan

Tanah mulai dari pinggir laut sampai ketinggian puncak gunung mempunyai kemiringan yang dinyatakan dalam derajat atau %. Kemiringan 45 derajat dengan bidang horizontal disebut 100%. Mulai dari pinggir laut, ada lahan yang dipengaruhi oleh arus pasang surut. Bagian ke darat terdapat lahan atau lereng dengan kemiringan 0-8%. Selanjutnya lereng dengan kemiringan 8-30%. Bagian atasnya lereng dengan kelas kemiringan 30-50%. Selanjutnya pada bagian atas terdapat daerah yang disebut dengan kerucut vulkanis.

Pemanfaatan lahan

1. Daerah dengan kemiringan 0-30% digunakan untuk pertanian.
2. Kemiringan 40-50%, daerah rawan erosi, pengikisan, terutama kalau ditanami palawija. Daerah 1 dan 2, adalah daerah produksi pertanian.
3. Daerah kemiringan lebih 40% adalah daerah tangkapan dan penyadap air. Daerah ini adalah daerah pelestarian sumber daya alam.

Dalam pemanfaatan tanah perlu diperhatikan beberapa hal:

- sipat dan kemampuan tanah,
- kepadatan penduduk. Makin padat penduduk makin sukar menentukan daya guna lahan dengan tepat.

Permasalahan mengenai tanah

- Kesuburan tidak merata. Tanah yang tidak subur tidak diusahakan untuk tanah pertanian, tapi dapat dijadikan kawasan pemukiman atau kawasan industri.

- Sipat erodibilitas. Sipat ini dipengaruhi oleh kemiringan tanah. Bila sipat erodibilitas tinggi, perlu vegetasi penutup untuk menjaga kestabilan tanah, terutama daerah-daerah dengan kemiringan tinggi.
- Sipat erosivitas. Sipat ini dipengaruhi oleh perilaku manusia, karena manusia menjadikan daerah tersebut sebagai daerah pertanian, perkebunan, pertambangan atau dijadikan daerah penggalian mengambil tanah urugan (timbunan).
- Tanah itu terbatas. Iklim mempengaruhi pembentukan tanah dan tanah mempengaruhi vegetasi.

Tindakan-tindakan pengamanan untuk mengatasi erosi:

1. Pembuatan terrasering atau sengkedan.
2. Penghijauan (perkebunan) dan penghutanan (reboisasi).
3. Mengubah geometri lereng.
4. Pembuatan 'check dam'.
5. Pengerukan alur sungai.
6. Pembuatan dinding penahan (tembok-tembok, batu beronjong, dan lain-lain).

Bioma

Apabila kita perhatikan daerah mulai dari ekuator sampai ke daerah kutub, atau mulai dari pinggir pantai sampai ke puncak gunung tertinggi, maka akan ditemui beragam makhluk hidup baik itu tumbuhan maupun hewan. Kehidupan yang beranekaragam itu mempunyai pola-pola tertentu. Pola-pola ini disebut formasi atau bioma. Suatu ekosistem dibentuk dari bioma-bioma.

Macam-macam bioma adalah sebagai berikut.

1. Bioma tundra. Bioma ini terdapat di daerah iklim dingin, iklim subarktik (kutub). Ragam dan jenis makhluk hidup terbatas. Makhluk hidup menyesuaikan diri dengan iklim. Hewan misalnya mempunyai bulu dan lemak yang banyak. Tanah-tanah sebagian besar ditutupi oleh es sepanjang

- masa, karena sinar matahari terbatas. Daratannya berawa dan berdanau, dengan beberapa rerumputan dan tumbuhan semusim yang cepat tumbuh dalam musim yang pendek. Terdapat beberapa jenis lumut, terutama lumut kerak (likenes). Kalaupun ada pepohonan, pohonnya kerdil-kerdil.
2. Bioma taiga (konifer, tumbuhan jarum). Sinar matahari (panas) terdapat hanya beberapa minggu saja. Makhluk hidup disini menyesuaikan diri dengan iklim (bulu, dan lemak tubuh yang banyak). Pada musim dingin hewan (burung) banyak bermigrasi. Daratan dengan danau-danaunya dihuni oleh beruang, binatang pengerat (bajing), dan sejenis rusa. Mamalia dalam musim dingin berhibernasi (tidur). Tanah di daerah ini kurang subur.
 3. Bioma hutan gugur atau hutan ranggas iklim sedang. Di daerah ini sinar matahari lebih banyak. Ada empat musim (panas, gugur, bunga/semi, dingin). Makhluk hidup (hewan, tumbuhan) keanekaragamannya mulai banyak.
 4. Bioma hutan hujan tropis. Curah hujan banyak. Intensitas cahaya sepanjang tahun. Pepohon tinggi-tinggi dengan beragam spesies. Jarang dijumpai dua pohon dari spesies yang sama tumbuh berdekatan. Vegetasinya rapat sehingga sedikit sinar yang sampai ke daratan. Tumbuhan hampir selalu berwarna hijau, dan cabang-cabang pohon penuh dengan liana dan epifit. Epifit tumbuh menempel dengan akarnya tidak sampai ke tanah. Spesies hewan adalah mamalia, reptilia, dan burung yang hidup dipepohonan. Dan tanahnya subur.
 5. Bioma padang rumput. Intensitas cahaya banyak, hujan kurang. Apabila hujan cukup banyak, maka padang rumput dapat ditanami serelia (padi-padian, gandum). Bila curah hujan kurang maka yang banyak adalah padang pasir.
 6. Bioma gurun. Di daerah ini air sebagai faktor pembatas. Tanaman gurun biasanya tumbuh jarang atau jaraknya berjauhan. Tumbuhan biasanya menghasilkan zat racun bagi

tumbuhan lain; makanya tumbuhan terdapat jarang-jarang (kompetitif).

Hewan-hewan juga mempunyai kulit yang dapat mencegah kehilangan cairan terlalu banyak.

Pada dasarnya bioma ditentukan oleh sinar matahari (intensitas cahaya), dan banyaknya curah hujan.

Pola kehidupan ditentukan oleh iklim, struktur tanah, letak geografis (lintang) yang akan berhubungan dengan intensitas sinar, dan tingginya dari permukaan laut.

Bioma di Indonesia

Karena di Indonesia ada musim hujan dan musim kemarau, maka pola tumbuh-tumbuhan dan hewan identik dengan bioma hutan hujan tropis. Hutan hujan tropis banyak terdapat di Sumatera, Kalimantan, Jawa Barat, dan Irian Jaya. Sinar yang banyak dan intensitasnya mencukupi, serta hujan sepanjang tahun, maka keanekaragaman di daerah-daerah tersebut di atas sangat tinggi.

Karakteristik hutan hujan tropis itu adalah :

- Pohon-pohonnya tinggi-tinggi, pakai kanopi (tudung).
- Tumbuhan menempel banyak seperti lumut, anggrek, paku-pakuan, dan lain-lain.
- Banyak terdapat hewan pemanjat, seperti : tupai, kera, dan lain-lain.
- Banyak terdapat jenis serangga, burung.
- Di daerah bagian bawah yang agak gelap hewan-hewan beradaptasi dengan lingkungannya.

Hutan musim terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur seperti hutan jati dan hutan randu.

Padang rumput disertai pohon perdu membentuk daerah-daerah sabana yang terdapat di daerah Nusa Tenggara. Hewan yang banyak di sini adalah sapi, kambing dan domba.

BAB 2

HUTAN SEBAGAI SUMBER DAYA

Pendahuluan

Hutan berdasarkan pengertiannya mempunyai banyak arti karena berkaitan dengan kepentingan dan tafsiran manusia terhadap hutan tersebut.

Hutan dapat berarti: pelindung tanah — penghasil kayu — tanah garapan yang masih baik — pencegah banjir, erosi, dan lain sebagainya — ekosistem penyangga dan pendukung bagi banyak makhluk — tempat wisata yang nyaman dan sejuk — tempat berburu — tempat berlindung, bergeriliya, berperang melawan penjajah — dan atau semuanya sekali gus seperti arti yang dikemukakan terdahulu.

Hutan adalah Sumber Daya Alam (SDA) yang mempunyai potensi. Fungsi hutan secara ekologi adalah sebagai pelindung ekosistem. Fungsi secara ekonomi adalah sebagai penghasil bahan baku sumber devisa.

Fungsi ekologi dan fungsi ekonomi

Fungsi ekologi dan ekonomi dari hutan adalah :

- Mengisap karbon dioksida dari udara serta melepaskan oksigen bersih sebagai hasil fotosintesis ke udara yang berguna bagi makhluk (termasuk manusia) untuk bernapas. Hutan memproduksi gas oksigen yang vital bagi makhluk hidup.
- Sebagai penyaring udara kotor akibat pencemaran udara oleh kendaraan bermotor maupun oleh pabrik-pabrik atau industri.

Hutan sebagai regulator komposisi udara.

- Hilangnya hutan, berarti udara bumi semakin panas karena meningkatnya bahan pencemar yang menyelimuti bumi serta mengurung hawa panas bumi lalu dipantulkan kembali ke bumi. Hutan dalam hal ini berfungsi sebagai pengatur/penyangga udara, dan dalam hal ini berperan dalam klimatologi yakni mengatur iklim.
- Tempat hidup berbagai macam tumbuhan, hewan, dan mikroba. Hutan sebagai habitat, tempat perlindungan atau cagar alam, tempat margasatwa, dan flora. Hutan berfungsi sebagai tempat reservoir, disebut sebagai 'gene pole, germ plasma center'. Juga sebagai 'seed banks' untuk 'cultivated plants' maupun sebagai tempat simpanan tanaman yang berabad-abad resisten terhadap penyakit. Juga sebagai simpanan tanaman obat-obatan, industri untuk generasi berikut. Dengan demikian hutan berfungsi ilmiah sebagai tempat pendidikan dan penelitian, merupakan laboratorium alami yang besar. Hutan lembab (hujan) tropis yang luasnya hanya 7% dari permukaan bumi diperkirakan berisi lebih dari setengah jumlah spesies di dunia. Baru sekitar 1.5 juta spesies di dunia yang telah diidentifikasi dan diberi nama ilmiah. Diperkirakan berjuta lagi banyaknya spesies yang belum teridentifikasi, dan sebagian besar ada di hutan tropis. Kemampuan manusia dalam perjalanan sejarah baru mengenal dan mengeksploitasi sekitar 7.000 spesies untuk pakan. Dan spesies-spesies yang digunakan untuk menunjang populasi manusia hanyalah suatu fraksi kecil dari jumlah spesies total di bumi ini. Perusakan hutan yang hebat akan menghilangkan spesies sebelum keberadaannya diketahui sepenuhnya oleh ilmu pengetahuan.
- Hutan sebagai pematah angin (wind breaker), melindungi semua yang ada dibelakangnya. Permukaan laut yang panas menyebabkan air laut menguap; uap yang banyak ditiup atau dibawa angin dari beberapa km jauhnya dari pantai. Untuk

itu hutan berfungsi melindungi pantai dari amukan badai. Satu jalur hutan yang cukup lebar di tepi pantai dapat melindungi dari pengaruh jelek angin dengan bahan-bahan yang ada didalamnya (uap air, kadar garam, dan lain-lain). Pada skala lokal, pohon-pohon melindungi tanah dari hujan dan angin yang mungkin mengikis dan meniupnya.

- Hutan juga berfungsi sebagai pengatur tata air (watershed). Dalam skala regional, ekosistem hutan berperan dalam mendaur ulang air hujan kembali ke atmosfer melalui penguapan dari tanah dan permukaan daun; melalui transpirasi tumbuhan. Proses ini begitu efisien mengatur tata air, sehingga para ekolog menganggap hutan tropis sebagai 'mesin hujan'. Hutan hujan yang sehat sekitar setengah dari curah hujan akan diuapkan dari permukaan tanah dan daun atau ditranspirasikan oleh tetumbuhan, dan setengahnya yang lain masuk ke dalam tanah serta sebagian mengalir ke sungai dan kembali kelautan. Sungai-sungai yang keruh sebagai tanda watershed tidak baik, artinya hutan di daerah hulu mengalami kerusakan. Terjadi erosi atau pengikisan tanah. Hutan mencegah erosi, dan banjir.
- Hutan juga sebagai 'signal function'. Banyak makhluk peka terhadap perubahan-perubahan kecil yang kalau dengan indera manusia perubahan itu tidak terasa. Lumut (Bryophyta) dan lumut kulit (Lichenes, *Usnea barbata*) adalah tumbuhan yang senang di pohon-pohon dalam hutan; tetapi tidak akan ditemui pada pohon-pohon pekarangan. Lumut ini peka akan bau manusia atau asap industri. Hutan yang terganggu oleh manusia maka lumut ini tidak ada, dan sebagai tanda ada perusakan atau pencemaran. Kalau di laut sebangsa moluska atau kerang-kerangan akan mati secara besar-besaran sebelum diketahui bahwa ada pencemaran laut oleh minyak (oil pollution).

Semua keperluan hidup manusia, antara lain makanan berasal dari flora, fauna yang plasma nutfahnya berasal dari hutan. Bahkan obat-obatan banyak berasal dari plasma nutfah hutan. Sebagai fungsi ekonomi, hutan telah dimanfaatkan oleh manusia secara turun temurun, misalnya berupa pengambilan kayu (mulai dari yang sederhana sampai kepada yang sangat berguna). Kayu dipergunakan sebagai keperluan sendiri, mau pun sebagai devisa.

Bahkan hutan bagi sebagian orang adalah sebagai tempat tinggal dan tempat mencari nafkah. Hutan sebagai cadangan lahan pertanian dan pemukiman.

Pandangan biolog, hutan adalah tempat evolusi binatang, tumbuh-tumbuhan maupun manusia. Manusia dikira dahulunya adalah produk hutan. Penelitian banyak mengungkapkan bahwa manusia itu kelangsungan hidupnya lebih sesuai dengan keadaan hutan. Sisa-sisa dari sifat manusia berupa naluri, adalah salah satu produk/hasil evolusi hutan, yakni manusia itu gemar menanam tumbuhan dan memelihara hewan. Bahkan dalam teori 'home landscaping and gardening', manusia sekarang (modern) telah banyak membawa hutan ke dalam rumahnya. Manusia banyak membangun taman-taman, sehingga sesuai dengan nada yang mengatakan bahwa manusia itu bagian dari evolusi hutan. Manusia akan lebih sehat dan merasa nyaman apabila tinggal dalam hutan. Makanya ada kebudayaan yang berhubungan dengan hutan (berburu, wisata hutan, membangun villa atau tempat peristirahatan di pegunungan dekat hutan, memanjat gunung, dan sebagainya).

Hutan dunia luasnya sekitar 2.970 juta hektar, dan 40% diantaranya adalah hutan basah (tropis).

Penyebaran hutan basah (hujan) tropis ini adalah di Brasillia 33%, Amerika Latin 25%, Asia Tenggara (Asean) 13%, Indonesia 10%, Zaire 10%, dan Afrika lainnya 9%.

Tipe-tipe hutan

Tipe hutan dapat dikelompokkan atas beberapa pembagian.

A. Atas dasar formasi iklim.

Pembentukan hutan sangat dipengaruhi oleh iklim yakni: berupa temperatur, kelembaban, intensitas cahaya, angin, dan lain-lain. Untuk itu dikenal:

1. Hutan Hujan Tropis, di Indonesia: (a) Zona Hutan Hujan Bawah: Sumatera, Kalimantan, dan beberapa daerah di Maluku. (b). Zona Hutan Hujan Menengah: Aceh, sebagian Jateng dan Jatim, beberapa wilayah Indonesia Timur. (c) Zona Hutan Hujan Atas, sebagian besar hutan di Irija. Hampir 89% hutan di Indonesia adalah Hutan Hujan Tropis.

Hutan tropis sebenarnya adalah hutan yang terdapat di sepanjang khatulistiwa. Hutan ini terdapat di Amerika Tengah, Afrika Tengah, Asia Tenggara, dan Kepulauan Pasifik daerah tropis. Sekitar 53% total hutan dunia berada di Brazilia, Zaire, dan Indonesia. Untuk tingkat Asean, hutan tropis terbesar ada di Indonesia.

2. Hutan Musim, di Indonesia : (a) Zona hutan musim bawah, yang banyak terdapat di Jawa berupa hutan tanaman jati; (b) Zona hutan musim menengah, yaitu banyak terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan sebagian Indonesia Timur; (c) Zona hutan musim panas, yaitu hampir identik dengan zona hutan musim menengah.
3. Hutan Gambut; yaitu sebagian besar hutan yang banyak terdapat di sepanjang pantai timur pulau Sumatera; sepanjang pantai barat Kalimantan Barat; sepanjang sungai Barito di Kalimantan Selatan; dan Irian Jaya bagian selatan. Ciri hutan gambut adalah tegakan selalu hijau.

Atas dasar iklim ini hutan itu dapat juga dibedakan hutan hujan sepanjang tahun, hutan daerah kurang hujan, hutan daerah panas: yaitu hutan pantai dan hutan dekat puncak gunung.

- B. Hutan berdasarkan formasi tanah atau topografi hutan, hutan itu terdiri dari:
1. Hutan rawa, yang banyak tersebar di Sumatera bagian timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Irian Jaya bagian Selatan dengan jumlah hutan tersebut sekitar 1,5% dari total luas di Indonesia.
 2. Hutan payau, banyak terdapat di daerah-daerah pantai.
 3. Hutan pantai, terdapat di daerah kering tepi pantai.
 4. Hutan dataran rendah.
 5. Hutan dataran tinggi, hutan pada bukit.
 6. Hutan lereng gunung, dan hutan pegunungan.

Hutan berdasarkan kondisi tanah dapat dibedakan pula: hutan tanah vulkanis, hutan tanah kapur, hutan tanah aluvial, dan hutan tanah gambut atau hutan rawa.

Hutan sebagai Sumber Daya

Sesuai dengan UU No.5 Tahun 1967, hutan di Indonesia dibedakan berdasarkan atas pemilikan dan fungsinya. Atas dasar pemilikan, hutan itu dibedakan atas hutan negara, dan hutan milik. Hutan negara ialah kawasan hutan dan hutan yang tumbuh di atas tanah yang tidak dibebani hak milik. Hutan milik ialah hutan yang tumbuh di atas tanah yang dibebani hak milik.

Atas dasar fungsinya, hutan itu dibedakan atas:

- hutan lindung,
- hutan produksi,
- hutan suaka alam, dan
- hutan wisata.

Hutan lindung, ialah kawasan hutan yang karena sipat alamnya diperuntukan sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi, serta pemeliharaan kesuburan tanah. Hutan pada kelerengan lebih 45 derajat dijadikan hutan lindung.

Hutan produksi, ialah kawasan hutan yang diperuntukan guna produksi hasil hutan untuk keperluan masyarakat pada umumnya, dan khususnya untuk pembangunan, industri, dan komoditi ekspor.

Hutan suaka alam, ialah kawasan hutan yang karena sipatnya yang khas diperuntukan secara khusus untuk perlindungan alam hayati dan/atau manfaat-manfaat lainnya, seperti: cagar alam dan suaka margasatwa. Cagar alam ialah hutan suaka alam yang keadaan alamnya khas termasuk alam hewani dan nabati, perlu dilindungi demi kepentingan ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Suaka margasatwa ialah hutan suaka alam yang ditetapkan sebagai suatu tempat hidup margasatwa yang mempunyai nilai khas bagi ilmu pengetahuan dan kebudayaan serta merupakan kekayaan alam dan kebanggaan nasional.

Hutan wisata, ialah kawasan hutan yang diperuntukan secara khusus untuk dibina dan dipelihara guna kepentingan parawisata dan/atau wisata buru. Dalam hal ini dibedakan taman wisata dan taman buru. Taman wisata memiliki keindahan alam, baik keindahan nabati, hewani, yang mempunyai corak khas dimanfaatkan sebagai kepentingan rekreasi dan kebudayaan. Taman buru, ialah hutan wisata di mana di dalamnya terdapat satwa buru yang memungkinkan diselenggarakan perburuan yang teratur demi kepentingan rekreasi.

Hutan cagar (suaka) alam, suaka margasatwa, taman buru, taman

wisata adalah termasuk hutan PPA (Perlindungan dan Pelestarian Alam). Perlindungan dan pelestarian adalah menjamin stabilitas tipe-tipe ekosistem pada hutan tersebut dalam rangka menjamin sumber plasma nutfah (genetic resources) berkembang secara alamiah atau menjadi 'laboratorium hidup'. Asset ini dijadikan sebagai wahana pembibitan baru, sarana pendidikan dan penelitian, serta pelestarian sumber alam yang dapat diwariskan untuk generasi mendatang.

Untuk memelihara hutan PPA perlu ada kawasan (zoning) sekitarnya sehingga masyarakat tidak merusak hutan PPA tersebut. Misalnya ada wilayah penyangga (buffer zoning) di mana kebutuhan penduduk dapat dipenuhi sehingga mereka tidak merusak. Di samping itu juga ada wilayah pengembangan (development zone), daerah balantara (wilderness zone) dan daerah inti (sanctuary zone) sebagai pusat dari hutan PPA tersebut.

Pembagian lahan

Seperti disinggung di atas, secara garis besar lahan atau tanah bentangan ini dibedakan atas:

- hutan,
- daerah pertanian,
- daerah pertambangan, dan
- daerah pemukiman.

Berdasarkan kriteria pemanfaatan dan pengembangan lahan dan ruang, maka dibedakan:

- a. Kawasan hutan lindung, yang berfungsi melindungi tanah, air, flora dan fauna.
- b. Kawasan hutan penyangga yang berfungsi menyangga kawasan hutan lindung terhadap perkembangan kawasan budidaya.

- c. Kawasan cagar alam, berfungsi melestarikan flora dan fauna sebagai sumber genetik dan ilmu pengetahuan.
- d. Kawasan penyangga cagar alam, berfungsi menyangga cagar alam terhadap perkembangan kawasan budidaya.
- e. Kawasan lindung pantai dan air laut, berfungsi melindungi pantai dan laut sebagai ekosistem yang khas terhadap perkembangan budidaya.
- f. Kawasan hutan produksi, berfungsi sebagai penghasil hasil hutan.
- g. Kawasan budidaya tanaman tahunan, berfungsi sebagai penghasil bahan pangan bukan pokok.
- h. Kawasan budidaya tanaman pangan lahan kering, berfungsi menghasilkan bahan kebutuhan pangan.
- i. Kawasan budidaya tanaman padi sawah, berfungsi sebagai penghasil beras.
- j. Kawasan budidaya perikanan, menghasilkan protein nabati.
- k. Kawasan industri, berfungsi menghasilkan barang-barang kebutuhan sekunder.
- l. Kawasan pariwisata, berfungsi sebagai penghasil barang/jasa yang bersifat rekreatif.
- m. Kawasan perkotaan.

Pertanian dan Perkebunan

Tujuan pertanian dan perkebunan adalah dalam menghasilkan bahan pangan, sandang, hasil industri, bahan obat-obatan dan sebagainya.

Lahan atau tanah pertanian dan perkebunan tentu harus memenuhi tata guna lahan sesuai dengan peruntukannya. Tidak jarang lahan berasal dari konversi hutan, sehingga areal hutan menjadi berkurang.

Masalah dalam pertanian dan perkebunan ini adalah dalam hal produksi, proteksi, prosesing, dan ketenagakaryaan.

Dalam hal produksi tentu juga menyangkut pengolahan tanah,

biologi tanaman, fisiologi tanaman, pembibitan, agronomi penanaman, pemupukan, dan pemeliharaan. Dalam hal pupuk tentu menyangkut pengetahuan tentang pupuk yang tepat, pengadaan pupuk, transportasi pupuk, informasi atau penerangan serta bimbingan terhadap masyarakat (Bimas).

Menyangkut produksi juga hal berkaitan dengan irigasi atau pengairan, danau buatan (man made lake), reservoir air, dam-dam serta saluran irigasi. Disamping itu juga tentang kualitas air (water quality) yang sesuai dengan peruntukan air.

Masalah dalam proteksi adalah menyangkut timbulnya hama penyakit yang harus ditanggulangi. Hama dalam pertanian perkebunan seperti hewan, serangga, bekicot, bajing, dan sebagainya. Akan halnya penyakit seperti disebabkan oleh virus, bakteri, jamur, atau gangguan fisiologi dari tanaman itu sendiri. Berkaitan dengan proteksi ini adalah pemakaian bahan pestisida yang dapat berbentuk insektisida, bakterisida, fungisida, mitisida, slugisida, dan sebagainya. Pemakaian pestisida yang tidak memperhatikan aturan dengan baik dapat menimbulkan pengotoran atau polusi lingkungan. Untuk itu perlu pengaturan penggunaan, penyimpanan, maupun bimbingan serta pemantauan akan bahaya pestisida.

Masalah lain dalam proteksi adalah bahaya erosi ataupun banjir yang perlu pula dikendalikan agar produksi dapat berjalan baik.

Dalam hal prosesing menyangkut teknologi yang digunakan terutama teknologi pasca panen yang akan menentukan kualitas produksi pertanian dan perkebunan. Selanjutnya juga adalah proses pemasaran dan perdagangan.

Penciutan hutan

Penciutan areal hutan tropis (loss of tropical forest)

disebabkan beberapa faktor antara lain:

1. Penebangan kayu secara berlebihan (logging).
2. Kebakaran hutan, terjadinya penggaraman (salinization), dan menjadi tandus (desertification),
3. Konversi lahan yaitu hutan menjadi areal pertanian, perkebunan, peternakan,
4. Berkembangnya proyek pembangunan, misalnya pembuatan jalan raya (highways), pembangunan jembatan (bridges), tempat pemukiman dan perkotaan (migration, urbanization), konversi lahan untuk pembangunan industri, pertambangan dan sebagainya.
5. Bencana alam lain seperti gempa bumi (earthquakes), letusan gunung berapi (volcanos), erosi atau longsor, maupun akibat ulah manusia pencemaran udara oleh limbah industri dan transportasi sehingga terjadi hujan asam (acid rain, acid precipitation).

BAB 3

EKOSITEM AKUATIK AIR TAWAR

Pendahuluan

Ekosistem akuatik (perairan), adalah ekosistem yang lingkungan eksternalnya didominasi oleh air, dan air ini merupakan habitat berbagai organisma (hewan/tumbuhan), mulai dari ukuran paling kecil (mikroskopis), misalnya makhluk uniseluler sampai kepada ukuran paling besar (makroskopis), misalnya ikan paus.

Organisma ini terkelompok-kelompok disebut sebagai populasi, misalnya populasi ikan, populasi tumbuhan air, dan lain-lain. Populasi-populasi menyatu dalam bentuk yang lebih besar, dan biasanya dinamakan komunitas. Karena komunitas ini berada dalam air, maka disebut pula komunitas perairan. Komunitas ini melakukan interaksi dan interelasi secara terus menerus, baik sesama anggota komunitas, mau pun dengan lingkungan atau perairan itu sendiri. Hubungan ini merupakan suatu kesatuan ekologi, dan karena berada dalam perairan dinamai ekosistem akuatik atau ekosistem perairan.

Air bagi organisma

Pada dasarnya air sebagai sumber alam atau komponen abiotik sangat diperlukan oleh organisma. Sebagian besar dari tubuh makhluk hidup adalah air. Air adalah medium untuk berlangsungnya reaksi biokimia dalam tubuh organisma. Bahkan dikatakan semua kehidupan adalah 'akuatik' (Odum, 1971). Kitab-kitab Suci pun mengingatkan kita bahwa kehidupan itu berasal dari 'air'. ... *'Dan dari air Kami jadikan segala*

sesuatu yang hidup'. Q.S (Al Anbiya,21:30). Dan banyak keterangan lain dalam Q.S berkaitan dengan air ini.

Air merupakan komponen penting untuk fotosintesis pada tumbuhan hijau. Selanjutnya keberadaan tumbuhan hijau sebagai produsen mutlak diperlukan oleh konsumen yang nantinya menyusun rantai kehidupan, melalui siklus materi, aliran energi dan informasi.

Bagi manusia, air di samping sebagai penyusun tubuhnya, air juga berperan dalam peradaban dan kehidupannya.

Air diperlukan dalam kesejahteraan, yaitu: bidang pertanian, peternakan, perikanan, industri, transportasi, listrik (energi), MCK (mandi,cuci,kakus), dan sebagainya.

Secara umum air mempunyai banyak kepentingan bagi kehidupan organisme di muka bumi ini. Khusus bagi kepentingan manusia maka penyediaan air secara kuantitas dan kualitas perlu diperhatikan secara seksama dan sungguh-sungguh. Dalam ekologi, air mempunyai hubung timbal-balik yang kompleks dengan masalah hutan (tumbuhan), hewan, manusia, lahan, dan udara. Makanya pengetahuan tentang sipat-sipat ekosistem perairan dan permasalahan lingkungan ini sangat diperlukan. Dengan demikian penanganan masalah air perlu secara terpadu.

Badan Air

Hidrosfer (Yunani: Hydro = air; Sphaira = bulatan, bola, daerah); yaitu air yang terdapat di seluruh bola bumi.

Air terdapat di lautan, dan di daratan yaitu di sungai, danau, waduk, dan di dalam tanah.

Bagian permukaan bumi yang rendah atau kerendahan diisi oleh air, mencakup sekitar 70% dari luas keseluruhan. Walaupun air banyak namun demikian pembagian air dipermukaan itu tidak merata. Belahan bumi (hemisfer) bagian selatan, 90,5%nya

adalah air. Sedangkan hemisfer bagian utara 53%nya air dan 47% adalah daratan.

Badan air berujud dalam tiga bentuk: cair, padat, dan gas. Badan air berbentuk cair adalah: samudera, laut, danau, kali, waduk, telaga, air tanah, air dalam tubuh makhluk hidup. Badan air berbentuk padat: es, gletsyer, salju, hujan es; dan badan air padat ini terdapat di daerah dengan suhu yang rendah.

Badan air berbentuk gas atau uap adalah: uap air panas fumarol, geiser, solfatar, dan air dingin (awan, kabut, embun).

Banyaknya air di bumi diperkirakan sekitar 1,3 - 1,4 milyar km³, yang terdistribusi sebagai air laut 97,5%; es 1,75%; di darat (sungai, danau, air tanah) 0,73%; dan uap di udara 0,001%. Atau sebagai air asin 97,5 % dan sebagai air tawar 2,5%. Air tawar, dalam bentuk cair (0.59%), dalam bentuk padat (es) sekitar 2%, dan uap 0.001%. Sebagai bentuk cair, sebagai air tanah sekitar 0,5%, lensa tanah 0.004% dan di danau dan sungai sekitar 0,009%.

Siklus Hidrologi

Air yang ada di daratan berasal dari hujan. Hujan yang turun sebelum sampai di bumi sebagian menguap kembali. Yang jatuh ke bumi, sebagian jatuh di laut dan sebagian jatuh di darat. Air atau hujan yang jatuh di darat sebagian ditahan oleh tumbuhan, sebagian lagi menguap, dan sebagian mengalir dipermukaan tanah (*surface runoff*), dan sebagian masuk (infiltrasi) ke dalam tanah. Semua air yang di darat ini pada umumnya nanti ke laut juga. Dalam pengalirannya ke laut, air yang di darat itu sebagiannya ada yang menguap ke atmosfer.

Air tanah, sebagian tersimpan sebagai air tanah (*ground water*), sebagian mengalir ke sungai (*inter flow*) dan sebagian sebagai mata air (*ground water runoff*).

Sungai mendapat air dari ketiga sumber itu yaitu dari *surface run off*, *inter flow*, dan *ground water runoff*.

Dalam perjalanan air (siklus hidrologi), dikenal siklus hidrologi kecil, sedang, dan besar. Siklus hidrologi kecil adalah penguapan air dari laut, naik ke angkasa sebagai gas/uap air, berkumpul sebagai awan dan karena dingin mengalami kondensasi, lalu jatuh sebagai hujan.

Siklus hidrologi sedang, di mulai juga dari penguapan air laut. Penguapan dapat juga sebagai akibat proses transpirasi dari tumbuhan.

Uap-uap yang terbentuk berkumpul menjadi awan, lalu mengalami kondensasi (membentuk embun) di angkasa, dan awan yang berisi embun berpindah atau bergerak ditiup angin dan akhirnya jatuh sebagai hujan di daratan. Hujan yang jatuh di daratan mengalir ke laut sebagai sungai.

Siklus hidrologi besar, di samping seperti siklus di atas, juga dapat berbentuk lain. Dari uap yang terbentuk (terutama di daerah dingin) sebagian mengalami sublimasi menjadi kristal es, dan kristal es terbang ditiup angin, dan berkumpul membentuk salju; diantaranya ada yang jatuh ke bumi, dan dipermukaan bumi mengalir sebagai gletsr, sungai, dan terus kembali ke laut. Sebagian ada yang berinfiltrasi masuk ke tanah.

Secara umum siklus air itu dipengaruhi oleh energi surya yang jatuh kebumi, dan berbagai peristiwa lain. Peristiwa-peristiwa itu antara lain adalah sebagai berikut.

- *precipitation*, yaitu jatuh sebagai hujan atau es (*snow*)
- *infiltration*, yaitu terjadi penyerapan
- *evaporation*, yaitu terjadi penguapan
- *plants absorption*, yaitu penyerapan oleh tumbuhan

- *plants transpiration*, yaitu penguapan oleh tumbuhan
- *condensation*, yaitu terjadi pengembunan
- *gravity percolation*, yaitu turun dari permukaan tanah
- *surface runoff*, yaitu mengalir dipermukaan tanah
- *grandwater runoff*, yaitu mengalir di dalam tanah

Daerah-daerah yang berperan atau dikenai oleh siklus air itu secara garis besarnya adalah :

- atmosfer,
- biosfer,
- litosfer, dan
- hidrosfer.

Hujan

Hujan dibedakan: hujan tropis (hujan zenithal), hujan lereng pegunungan (hujan orografis).

Hujan tropis berlangsung di daerah tropis kira-kira di daerah 23 derajat lintang utara dan 23 derajat lintang selatan. Penguapan yang terjadi pada daerah dengan batas tersebut di daerah khatulistiwa naik ke atas, dan sampai di angkasa pada ketinggian tertentu awan mengembun turun sebagai hujan menyirami daerah tropis.

Hujan orografis (orogenetik: oros = gunung; genetis = kelahiran); yaitu awan yang ditiup angin akhirnya jatuh sebagai hujan dan ini terjadi karena awan dihadang oleh pergunungan. Dengan turunnya hujan, angin tanpa awan tetap bertiup ke daerah belahan gunung yang berlawanan. Angin yang bertiup adalah angin kering (tanpa awan), angin kering panas (fohn). Angin kering panas ini sering melanda beberapa daerah, misalnya angin muson barat daya yang menghantam pantai barat India. Angin passat tenggara menyerang pantai timur Brazillia. Angin fohn Alpino. Dan di Indonesia terkenal

dengan angin Bohorok yang menimpa pantai barat bukit barisan pulau Sumatera. Daerah yang dilanda angin kering panas ini mengalami kemarau (*droughts*) dan penggurunan. Daerah gurun sering terdapat pada daerah bayangan hujan setelah hujan dihadang gunung, maupun daerah yang jauh dari sumber air (laut) karena uap air yang dibawa angin tidak sampai.

Hujan dapat juga menimbulkan masalah seperti timbulnya banjir (*floods*); ataupun di daerah-daerah industri kimia atau industri berat dapat menimbulkan hujan asam (*acid rain or acid precipitation*). Di samping itu dapat juga berakibat timbulnya erosi tanah (*soil erosion*) sehingga terjadi penyusutan lahan pertanian (*loss of agricultural land*), dan lain-lain.

Secara umum faktor yang berpengaruh untuk terjadinya *precipitation* (hujan dan es/snow) adalah:

- geografi
- topografi
- kelembaban udara (*relative humidity*)
- angin
- kondisi dan situasi lingkungan.

Ekosistem Perairan

Mengingat air terdapat diberbagai tempat (sungai/kali, kolam/telaga/waduk/danau, laut, dalam tanah, udara, dan bahkan dalam tubuh makhluk hidup), maka pembicaraan dibatasi pada ekosistem perairan. Ekosistem perairan itu adalah ekosistem akuatik air tawar, ekosistem akuatik air asin, dan estuari. Estuari adalah daerah pertemuan air tawar dan air asin (laut).

Organisma akuatik (perairan)

Organisma akuatik atas dasar cara hidupnya dibedakan sebagai berikut.

- bentos, yaitu organisme yang hidupnya di dasar (sedimen) perairan.
- perifiton, yaitu organisme hidup menempel pada batang, daun, dari tumbuhan atau benda-benda lain yang mencuat ke atas dari dasar perairan.
- plankton, yaitu organisme yang kehidupannya melayang-layang di dalam air yang gerakannya tergantung kepada arus. Berdasarkan ukurannya plankton ini dibedakan atas ultra nano plankton (kurang 2u), nano plankton (2-20u), mikro plankton (20-200u), makroplankton (200-2000u), dan mega plankton (besar 2000u). Makro dan mega plankton disebut juga zooplankton termasuk stadium larva dari beberapa ikan.
- nekton, yaitu organisme yang dapat berenang bebas, misalnya ikan, amfibia, dan serangga air yang besar.
- neuston, adalah organisme yang istirahat atau berenang dipermukaan.

Macam Ekosistem Akuatik Air Tawar

Ekosistem akuatik air tawar adalah ekosistem dengan lingkungan eksternalnya didominasi oleh air tawar, dan lingkungan ini merupakan habitat berbagai organisme.

Ekosistem akuatik air tawar dibedakan atas dua bentuk.

Pertama, ekosistem lentik (lenis = tenang) atau ekosistem air tergenang, air diam alami seperti pada kolam, telaga, rawa, danau, waduk.

Kedua, ekosistem lotik (lotus = alir) atau ekosistem air mengalir, misalnya sungai, kali, selokan, parit.

Ekosistem lentik

Berdasarkan daya tembus sinar surya pada ekosistem lentik (air tergenang), maka dibedakan beberapa lapisan kedalaman air pada ekosistem tersebut.

1. Zona litoral, terdapat pada tepi atau pinggir air tergenang. Sinar surya menembus sampai ke dasar, dan daerah tersebut biasanya tempat tumbuhan air berakar; dan ditemui pada ekosistem lentik alami atau tidak terurus.
2. Zona limnetik, yaitu daerah permukaan air terus ke batas di mana sinar surya masih dapat menembus secara efektif, yaitu daerah dengan kecepatan proses fotosintesis oleh tumbuhan hijau masih sama atau lebih besar dengan kecepatan proses respirasi. Porsi sinar yang menembus air sampai minimum 1% dari seluruh intensitas sinar yang jatuh dipermukaan air tersebut. Sampai batas kedalaman ini, komponen biotik ekosistem biasanya adalah: fitoplankton, organisma yang hidup terapung, melayang, dan yang dapat bergerak (berenang). Zona litoral dan zona limnetik disebut juga zona eufotik.
3. Zona profundal, yaitu zona pada bagian bawah zona limnetik. Zona ini gelap, sinar surya tidak sampai menembus ke dasar ekosistem. Dan walaupun sinar dapat juga menembus, sinar tidak efektif lagi bagi proses fotosintesis. Pada ekosistem lentik yang relatif dangkal, tentu zona ini tidak ditemui.

Ekosistem lentik berdasarkan kondisi haranya dibedakan atas ekosistem oligotrofik, eutrofik, dan distrofik. Ekosistem lentik oligotrofik, adalah ekosistem miskin; perairannya kurang mengandung hara. Ekosistem lentik eutrofik termasuk subur, perairannya banyak mengandung bahan organik. Ekosistem

lentik distrofik, adalah hampir semua permukaan perairan tersebut ditutupi oleh tumbuhan air, atau disebut juga perairan lentik (danau) tersebut telah atau sedang mengalami eutrofikasi.

Ekosistem lentik berperan:

- penampungan air, dapat dimanfaatkan pada musim kemarau bagi keperluan kehidupan,
- pengendali banjir,
- pengairan, mengairi areal pertanian,
- penghasil pembangkit listrik tenaga air,
- penghasil pangan (perikanan),
- keparawisataan (tempat rekreasi, berenang, belayar, memancing, ski air, dan lain-lain),

Ekosistem lentik atau perairan lentik buatan seperti bendungan (dam), waduk penyimpanan air (water supply system), dan lain-lain. Ekosistem ini dapat menjadi masalah berat apabila umur prasarana tersebut sudah cukup tua dan kadang-kadang terjadi kebobolan pada prasarana tersebut (failure of again infrastructure), dan dapat menimbulkan berbagai malapetaka.

Masalah lain berkaitan dengan perilaku manusia yaitu menjadikan ekosistem lentik sebagai tempat pembuangan sampah padat (solid waste disposal), limbah berbahaya (hazardous waste, limbah beracun (toxic waste).

Ekosistem lotik

Sungai berdasarkan dasar sungai dibedakan atas bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir (muara). Sungai bagian hulu ditandai dengan banyak batu-batuan besar di dasar sungai dengan arus air yang deras. Sungai bagian tengah dasarnya

banyak batu kerikil, sedangkan bagian hilir dasar sungai banyak berpasir dan berlumpur.

Sungai penting bagi irigasi, perikanan, pabrik, pendingin ketel-ketel pabrik. Mengingat keperluannya pemeriksaan kualitas air sungai diperlukan juga dengan memperhatikan peruntukannya. Kepentingan irigasi maka perlu diperiksa hara penting misalnya N, P dan K.

Untuk keperluan sebagai bahan baku air minum, maka pemeriksaan bakteri patogen atau bahan kimia berbahaya diperlukan pula. Demikian juga keperluan air untuk pemandian, untuk pabrik, atau untuk ketel pabrik diperlukan pemeriksaan-pemeriksaan tertentu sesuai dengan peruntukannya.

Masalah lain dari perairan mengalir ini adalah pencemaran air dari sumber (water pollution from point sources) dan pencemaran bukan pada sumbernya (water pollution from non point resources). Pencemaran air bukan dari sumbernya, maksudnya adalah air mengalami pencemaran sewaktu dalam perjalanannya; misalnya aliran air dari daerah pertanian (agricultural run off), mengalami pencemaran pupuk kimia (fertilizer); pestisida (pesticides); kotoran-kotoran manusia dan hewan (human and animal wastes). Pencemaran dari limbah industri (industrial wastes); aliran dari daerah pertambangan yang mengandung cairan asam (acid mineral drainage); aliran air dari daerah pemukiman dan perkotaan (urban run off), dan sebagainya.

BAB 4

EKOSISTEM AKUATIK AIR ASIN (LAUTAN)

Pendahuluan

Lautan (samudera) di bumi pada dasarnya hanya satu, akan tetapi karena ada benua atau pulau-pulau besar, maka lautan (samudera) itu terbagi-bagi menjadi: lautan Teduh (Pasifik), lautan Hindia (samudera Indonesia), lautan Atlantik, dan lautan Antarktik.

Rata-rata kedalaman lautan sekitar 4.500 m (3 miles). Laut yang paling dalam disebut palung (trench) yaitu 10.800 m dan yang terkenal adalah Mariana Trench.

Paparan benua (dangkalan = shelf) dengan kedalaman sekitar 200 m menjorok jauh ke laut sampai 3.000 m. Di Indonesia dikenal dua paparan, yaitu paparan Sunda di Indonesia bagian barat, dan paparan Sahul di Indonesia bagian timur. Melalui paparan ini diperkirakan ada hubungan dengan benua Asia di bagian barat, dan benua Australia di bagian timur dan selatan.

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai pulau yang banyak (sekitar 17.964 pulau besar dan kecil), dikelilingi oleh laut. Luas daratan sekitar 2.027.083 km persegi; luas lautan (batas 12 mil laut) sekitar 3.166.163 km persegi, dan panjang pantai 81.000 km.

Mengingat potensi sumber alamnya yang tersimpan dan belum tergali, maka ekosistem laut sering disebut juga dengan 'ekosistem harapan'.

Laut yang menjorok ke daratan disebut teluk. Laut di antara dua pulau disebut selat. Laut, teluk dan selat yang terdapat

di negara kita Indonesia merupakan satu kesatuan yang tidak terpisah dan disebut sebagai perairan Nusantara atau Laut Nusantara.

Laut Nusantara dapat dibedakan atas beberapa hal sebagai berikut.

- a. Menurut terjadinya
- b. Menurut kedalamannya
- c. Menurut letaknya.

Terjadinya laut Nusantara

- 1) Laut regresi, laut yang menyempit sekalian berubah menjadi daratan; disebabkan oleh surutnya air atau desakan endogen sehingga daratan baru muncul kepermukaan.
- 2) Laut transgresi. laut yang terbentuk karena depresi daratan yang berelief dangkal digenangi air laut.
- 3) Laut inggresi. laut yang dalamnya lebih dari 200 m. Ini disebabkan ada proses geologi pada bagian dasar laut berupa penurunan, patahan, pembentukan celah, ledakan gunung dasar laut, dan lain-lain.

Kedalaman laut Nusantara

Menurut kedalamannya maka laut tersebut dibagi-bagi sebagai berikut.

- 1) Zona litoral, dasar laut di antara garis pasang dan garis surut.
- 2) Zona neritik, laut dengan kedalaman antara 0-200 meter. Zona neritik disebut juga paparan atau dangkalan (continental shelf).
- 3) Zona bathyal, laut pada kedalaman antara isobath (garis yang menghubungkan titik-titik dasar laut dengan kedalaman sama) 200 meter sampai isobath 1000 meter. Hubungan titik-titik di dasar laut tersebut membentuk lereng benua (continental slope).
- 4) Zona abysal, laut dengan kedalaman lebih 1000 meter dari

muka laut. Palung (tranch) dan lubuk laut (abbysal plain) termasuk pada zona abysal yang dinamai pasu samudra (oceanic basin)

Laut Nusantara menurut letaknya

- 1) Perairan pantai atau neritik dengan kedalaman sekitar 0-200 meter, banyak lumpur dan salinitas tinggi.
- 2) Laut lepas (oseanik).

Dari penyelidikan oseanografi telah diketahui bahwa makhluk hidup terdapat di seluruh kedalaman lautan.

Sifat-sifat laut secara global, luasnya meliputi 2/3 (70%) luas permukaan bumi. Laut itu semuanya bersambungan (satu), dan yang menjadi penghalang utama bagi pergerakan bebas organisma laut adalah perbedaan suhu, kedalaman, dan salinitas. Dalam laut ada sirkulasi yang bersambung sebagai akibat pengaruh angin, daya rotasi bumi (efek Coriolis) menciptakan arus-arus tertentu dalam laut. Hal ini menambah uniknya kehidupan di laut itu.

Lingkungan lautan dibedakan: lingkungan gelap dan dingin (sebagian besar); lingkungan terang, hanya sedikit dan sebagian kecil yaitu daerah pada permukaan laut sampai kedalaman beberapa meter; lingkungan remang, yaitu di daerah sebelah bawah lingkungan terang mencapai kedalaman 50-200 meter.

Secara sepintas laut itu merupakan ekosistem yang tidak begitu bermasalah. Laut itu tampak uniform, stabil, tenang, tak begitu banyak perubahan. Dalam kenyataannya laut itu merupakan ekosistem yang terus berubah, bergoyang dengan variasi cukup besar. Karena luasnya laut dan berbagai keanekaragaman hidup didalamnya, maka para ahli kelautan dengan berbagai cara membagi-bagi laut dalam usaha mempermudah kajiannya.

Khusus dalam hal organisma laut, secara garis besar hidup

pada dua bagian laut, yaitu hidup terapung atau berenang di dalam air, dan hidup menetap di dasar perairan. Atas dasar itu laut dibedakan zona pelagik dan zona bentik. Zona pelagik adalah seluruh badan air dalam bentuk samudera. Zona bentik adalah seluruh daerah dasar perairan. Di zona pelagik organisma hidup dalam dua kelompok besar berdasarkan kekuatan dan kemungkinan organisma itu berpindah. Kelompok organisma itu adalah plankton dan nekton. Plankton berupa hewan atau tumbuhan yang hidupnya mengapung di atas permukaan air (kemampuan gerak/berenang sedikit sekali), dan perpindahannya lebih banyak karena gerakan air (arus) dari satu tempat ke tempat lain. Nekton adalah organisma yang mempunyai kemampuan tinggi untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain yaitu dengan berenang. Kelompok hewan ini adalah vertebrata dan copepoda. Organisma di daerah bentik pada umumnya berupa hewan atau tumbuhan yang menancap pada substrat, atau berada dalam lubang. Organisma tersebut dinamai bentos.

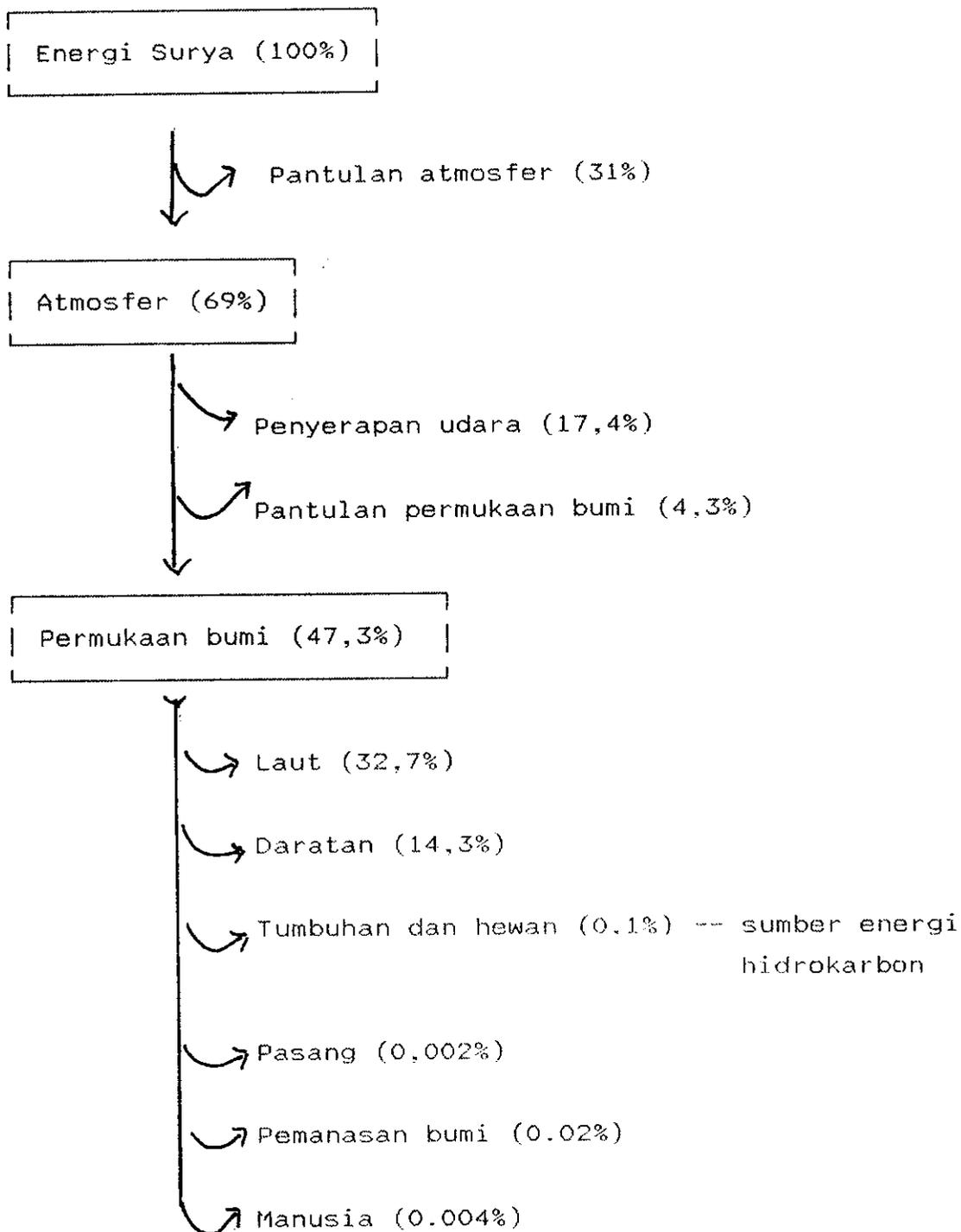
Secara horizontal zona pelagik dibedakan atas daerah neritik atau perairan pantai untuk daerah sampai kedalaman sekitar 200 meter; dan daerah oseanik atau samudera bebas. Daerah neritik adalah penjorokan bagian daratan ke laut disebut daerah paparan benua dengan kedalaman (0-200) m. Perairan pantai banyak berlumpur dan guncangan salinitasnya besar. Daerah ini disebut juga daerah fotik, yakni cahaya dapat sampai pada kedalaman tersebut. Bagian pantai dengan kedalaman (200-2.000) m disebut kaki benua, sedangkan daerah laut dalam adalah dengan kedalaman lebih 2.000 m. Kedua daerah ini disebut daerah afotik, sinar tidak dapat langsung mencapainya dan daerah ini gelap.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan

Faktor yang berperan dalam kehidupan di lautan itu cukup banyak antara lain adalah sebagai berikut.

Energi surya (cahaya)

Energi surya yang sampai ke bumi sebelumnya telah mengalami berbagai perubahan dan terdistribusi sebagai bagan berikut.



Radiasi surya mempengaruhi cuaca, lingkungan tempat makhluk hidup

Cahaya adalah sangat mempengaruhi kehidupan dalam laut. Di daerah lingkungan gelap tidak terdapat tumbuh-tumbuhan, tetapi ada fungi, bakteri. Di daerah lingkungan gelap semata-mata dihuni oleh makhluk hewan.

Tumbuh-tumbuhan dalam laut adalah jenis ganggang, spermatophyta, sedangkan jenis pohon tidak ada.

Kedalaman sinar pada laut berubah-ubah tergantung kepada: intensitas cahaya, sudut bias, kejernihan air laut (transparansi, viskositi) dan sebagainya.

Terhadap sinar yang jatuh pada air laut, maka yang terjadi adalah sebagai berikut.

- sinar diabsorpsi oleh air laut sekitar 35-38%, walaupun air itu jernih dan tenang.
- makin dalam sinar yang masuk, makin berkurang intensitasnya, dan hanya beberapa % saja yang sampai pada kedalaman 50 m. Sinar biru dapat sampai pada kedalaman 200 m. Di daerah pantai hampir 95% sinar diserap (absorpsi).
- sebagian sinar diserap secara selektif, terutama sinar gelombang pendek dapat sampai lebih jauh kedalam. Walaupun ada sinar yang diserap secara selektif, akan tetapi tidak ada tumbuhan hijau maka fotosintesis juga tidak terlaksana. Fotosintesis terjadi di daerah permukaan laut, lebih kurang meliputi 3% wilayah laut. Walaupun daerah fotosintesis sedikit, yaitu daerah permukaan laut saja, hal ini sudah cukup untuk memberi kehidupan bagi semua hewan-hewan laut. Hewan-hewan sangat tergantung kepada produksi fotosintesis melalui suatu rantai makanan.

Transparansi air laut menentukan tebal lapisan permukaan laut yang produktif.

Seberapa jauh maksimal sinar ditentukan dengan teknik tertentu, antara lain banyaknya CO₂ yang digunakan tumbuh-tumbuhan sama dengan banyaknya O₂ yang dihasilkan. Hal ini disebut fotosintesis produktif, dan titik kedalaman berlangsungnya fotosintesis produktif ini disebut titik keseimbangan atau titik kompensasi. Titik ini dipengaruhi juga oleh suhu, dan sinar.

Temperatur

Temperatur berpengaruh langsung terhadap kecepatan fotosintesis, respirasi, dan reproduksi. Secara tidak langsung adalah terhadap daya larut CO₂ dan O₂.

Kadar O₂ air laut yang tinggi disertai suhu yang tinggi menyebabkan vegetasi lautan bertambah, dan ini jelas pada lautan di daerah tropis.

Kadar CO₂ yang tinggi dan suhu juga tinggi juga menentukan distribusi tumbuh-tumbuhan laut. Distribusi sebenarnya ditentukan juga oleh efek beberapa faktor. Dalam hal ini CO₂ bukanlah sebagai faktor pembatas seperti halnya nitrat dan fosfat.

Perbedaan suhu air laut di daerah tropik (panas) dan suhu yang dingin di daerah laut antarktik dan atlantik oleh karena perbedaan lintang akibatnya terjadi sirkulasi arus permukaan baik di bagian bumi belahan utara maupun di bagian bumi belahan selatan. Adanya arus ini sebagai faktor dinamik yang juga berimplikasi terhadap kehidupan di lautan.

Kimia Air Laut

Salinitas air laut berkisar 33 - 38 promil. laut di daerah

curah hujan yang tinggi atau laut di sekitar muara sungai mempunyai salinitas yang rendah karena terjadi dilusi atau pengenceran air laut. Di daerah ini beberapa jenis ganggang akan tumbuh subur. Atas dasar salinitas, air itu dapat digolong-golongkan, yaitu: oligohaline (0,5 - 2,5) promil; mesohaline (2,5 - 17) promil; dan polyhaline (17 - 20) promil. Salinitas tinggi adalah apabila kadar garam terlarut lebih 25 promil. Salinitas ini lebih banyak ditentukan oleh kadar garam-garam NaCl, MgCl₂, Ca carbonat.

Laut Merah (Saudi Arabia) salinitasnya tinggi sampai 40 promil, disebabkan evaporasi di sana sangat tinggi. di samping terbatasnya jumlah sungai yang bermuara ke laut tersebut.

Ganggang atau tumbuh-tumbuhan laut umumnya peka terhadap gangguan salinitas. Akan tetapi ada juga yang toleran terhadap goncangan salinitas, yaitu jenis entromorpha yang banyak melekat pada dinding kapal yang sedang berlayar.

Di samping salinitas, kimia air laut juga mengandung gas terlarut.

Element lain dalam air laut ada sekitar 50 macam, dan pada umumnya konsentrasi elemen tersebut dalam air laut hampir stabil. Dengan perkataan lain organisme laut pada umumnya berada dalam nutrien yang relatif konstan.

Lautan Indonesia karena berada di kawasan tropis mempunyai fluktuasi suhu permukaan sepanjang tahun relatif tidak menyolok yakni berkisar antara (26 - 30) derajat C dengan salinitas (kadar garam) relatif rendah 27-33 promile.

Lautan dan kepentingan manusia

Rahasia tentang laut belum banyak diketahui. Yang jelas laut

sebagai sumber protein, tempat kehidupan ikan, perikanan, tempat kehidupan biota laut lainnya. Laut mengandung ikan hias, beragam ganggang yang menjadi sumber makanan, bahan obat-obatan, kosmetik dan sebagainya.

Tempat-tempat kaya akan biota laut perlu dilindungi, misalnya karang adalah tempat ikan-ikan bergerak, hidup dan bertelur (spawning grounds). Untuk itu penangkapan berlebihan (over catching) perlu dihindari; dan juga dihindari polusi terhadap laut.

Laut juga menjadi sarana transport dengan menggunakan perahu, kapal, dan sebagainya. Untuk itu polusi oleh kapal-kapal tangker perlu dihindari. Malapetaka pada laut dan pelabuhan yang polluted karena tumpahan minyak bumi (oil spills) dapat menimbulkan kebakaran. Perbuatan manusia, laut dijadikan tempat pembuangan segala macam (ocean dumping). Di samping itu kemajuan dalam iptek dapat melakukan penambangan di laut (ocean mining).

Akibat dari berbagai aktivitas manusia terjadi kerusakan lingkungan laut (damage to marine environment) seperti penipisan perikanan samudera (ocean fishers depletion), atau kepunahan spesies tertentu hewan dan tumbuhan laut (loss of plant and animal species).

Berbarengan dengan itu mungkin juga disertai kerusakan kawasan pantai, maupun penurunan tingkat kehidupan liar (degradation of wilderness) di sungai-sungai yang bermuara ke sekitar laut, maupun daerah estuari.

BAB 5

PENCEMARAN

Pendahuluan

Manusia dengan lingkungannya menyatu, tidak dapat dipisah. Bila dipisah kehidupan tidak berlangsung lagi. Lingkungan hidup manusia dalam wujud fisis adalah atmosfer, hidrosfer, litosfer, dan biosfer. Untuk keperluan hidup, manusia mendayagunakan sumber-sumber alam atau lingkungan fisis sekitarnya.

Lingkungan hidup mempengaruhi dan dipengaruhi oleh manusia. Tingkah laku manusia selalu berpengaruh terhadap lingkungan dan sebaliknya lingkungan berpengaruh terhadap manusia. Dengan kata lain ada hubungan timbal balik (*reciprocal*). Akibat pendayagunaan sumberdaya alam (SDA) yang tidak pada menurut semestinya (misalnya eksploitasi berlebihan), terjadilah gangguan keseimbangan, dan timbulah situasi khusus bagi individu atau masyarakat yang menggunakan SDA/lingkungan tersebut.

Sekalipun sumber-sumber alam itu ada yang bersifat '*non exhaustive*', akan tetapi kualitasnya dapat berubah tergantung dari pada cara-cara manusia menggunakannya.

Pencemaran lingkungan adalah salah satu bentuk perubahan kualitas lingkungan. Pencemaran ialah perubahan keadaan lingkungan yang merugikan bagi kehidupan sebagai akibat langsung atau tidak langsung dari kegiatan manusia. Pencemaran adalah perubahan keadaan lingkungan karena masuknya materi dan atau energi lain ke dalam lingkungan. Keadaan merugikan sebagai akibat dari pencemaran itu dapat

berupa:

- gangguan kesehatan pada manusia;
- menurunnya kualitas lingkungan; atau
- terganggunya kenyamanan pada suatu daerah/wilayah tertentu.

Undang-undang Lingkungan Hidup No.4 tahun 1982 pasal 1 butir 7 menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Tulisan ini menggambarkan secara umum tentang pencemaran yang sering kita temui, dalam kehidupan sehari-hari.

Proses Pencemaran

Apabila disederhanakan, maka proses pencemaran itu ada 4 macam:

1. masuk dan atau dimasukkannya zat pencemar ke dalam lingkungan;
2. ada kegiatan/aktivitas manusia atau proses alam;
3. turunnya kualitas lingkungan;
4. berkurang atau tidak dapat berfungsinya lingkungan sesuai dengan peruntukannya;

Kalau disederhanakan lagi, maka pencemaran adalah apabila terdapat kandungan zat pencemar yang ada telah melampaui batas ambang yang ditentukan sesuai dengan peruntukannya. Zat pencemar adalah sebagai faktor-faktor yang mempunyai sipat mencemarkan; dan zat pencemar lebih dikenal dengan nama pollutant.

Bahan Pencemar atau Limbah

Bahan pencemar dapat berada atau terdapat di:

- atmosfer,
- hidrosfer (air tawar: sumur, parit, sungai, rawa, telaga, tasik, danau; dan air laut),
- maupun meresap ke dalam litosfer, atau
- terbawa bersama flora dan fauna lainnya (biosfer).

Bahan pencemar pada umumnya disebut juga sebagai limbah; dan limbah ini dapat berasal dari:

- aktifitas domestik (dari lingkungan perumahan atau pemukiman); dan
- dapat juga berasal dari operasional industri, dan alat transportasi.

Jenis dan materi limbah

Jenis limbah secara umum dapat dibedakan atas dua macam:

- bahan materi (padat, cair, dan gas); dan
- bahan non materi (kebisingan, bahan/hawa panas, dan estetika).

Materi limbah dibedakan atas bahan organik dan non organik.

Bahan organik dibedakan atas bahan alami dan bahan sintetis.

- bahan alam (hidup/mati), berupa pelapukan tumbuhan/hewan yang mati, tinja, mikroorganisma, dan lain-lain.
- bahan sintetis, misalnya PVC, pestisida, herbisida, detergen dan lain-lain sebagai produk teknologi.

Bahan non organik, dapat dibedakan atas logam dan non logam.

- logam : Ca, Mg, K, Na, Fe, dan lain-lain ataupun berupa

- logam berat seperti: Pb, Hg, Cd, Cr, dan lain-lain.
- non logam: sulfida, nitrat, fosfat, ammonia, karbonat, dan lain-lain.

PENCEMARAN TANAH

Wadah atau tempat semua kegiatan manusia pada umumnya adalah di tanah (litosfer). Pendayagunaan tanah terutama berupa tempat pemukiman, tempat usaha yakni: tempat bercocok tanam (pertanian, perkebunan), memelihara hewan (peternakan), pertambangan, perindustrian, pariwisata, dan lain-lain.

Bertambahnya jumlah manusia dan meningkatnya iptek yang dimilikinya; maka pendayagunaan litosfer semakin meningkat. Banyak bahan yang diperlukan untuk pemenuhan kebutuhan bersifat exhaustive, terbatas adanya misalnya bahan-bahan berbentuk mineral, logam-logam, minyak bumi atau bahan bakar lainnya, dan sebagainya.

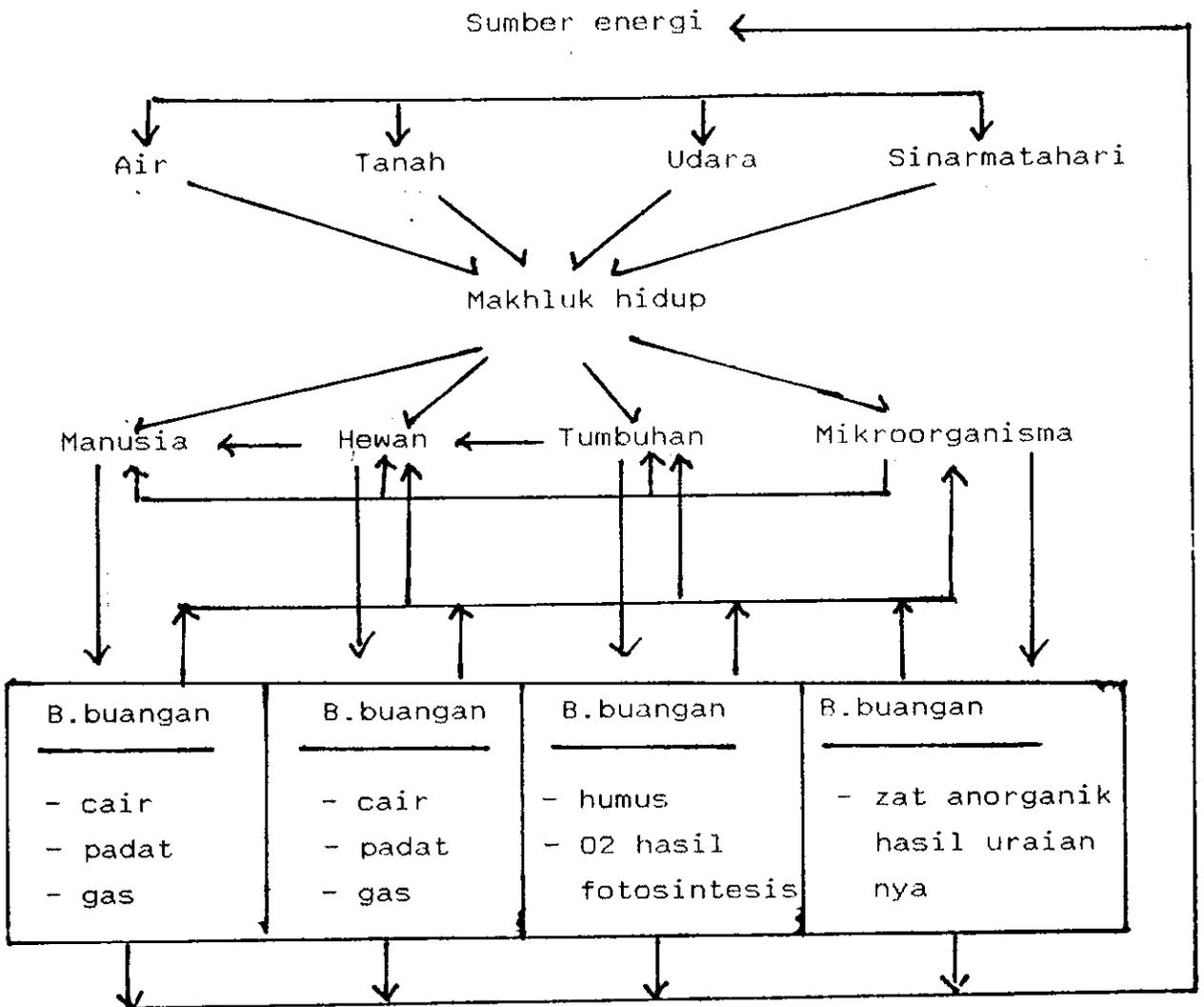
Banyaknya jumlah penduduk, meluasnya perkotaan dan pemukiman, menyebabkan menyempitnya areal hutan. Akibatnya menyempit pula daerah tangkapan dan penampungan air, sedangkan air adalah kebutuhan primer bagi kehidupan.

Seperti halnya atmosfer dan hidrosfer, litosfer pun dijadikan pula tempat pembuangan benda-benda padat yang tidak dikehendaki, baik berupa sampah, ekskreta manusia, logam-logam, plastik, bahan kimia lainnya. Oleh karena tidak semua bahan buangan itu dapat dihancurkan, maka apabila manusia tidak peduli akan hal ini pada satu saat litosfer tidak dapat dipergunakan lagi untuk keperluan manusia seperti untuk pertanian, peternakan, pemukiman dan sebagainya.

Biosfer dipergunakan manusia terutama sebagai sumberdaya karena terdiri dari dunia flora dan fauna. Salah satu kepentingan manusia terhadap flora dan fauna adalah sebagai sumber makanan. Sebagai diketahui dunia flora dan fauna saling membutuhkan untuk kelangsungan hidupnya. Saling

ketergantungan ini seharusnya membuat manusia lebih waspada dalam mendayagunakan sumber-sumber daya alam yang ada ini. Buangan-buangan yang tidak direncanakan dengan baik akan dapat mempengaruhi kehidupan flora dan fauna. Gangguan ini tentu dapat berpengaruh terhadap kehidupan manusia selanjutnya. Katakanlah adanya atau terdapatnya polusi terhadap bahan makanan yang bersumber dari flora dan fauna tersebut. Sebaliknya buangan yang diolah dengan baik mungkin memberi keuntungan dapat digunakan kembali oleh dunia hewan atau tumbuhan, misalnya sebagai pupuk organik, dan lain-lain.

Skema saling keterkaitan



PENCEMARAN AIR

Menurut teori, manusia dapat minum air sebanyak 5 liter atau kurang per hari. Manusia memerlukan air sekitar 40-50 l air sehari untuk keperluan kebersihan diri (mandi, cuci, kakus) tempat tinggal, dan juga keperluan minum. Di kota-kota air dibutuhkan lebih banyak yakni sekitar 100 l per hari. Dan di daerah industri kebutuhan air lebih besar lagi sampai 400-500 l per orang per hari, untuk menghindari terjadinya pencemaran. Air tercemar, komposisi dan kondisinya berubah, sehingga kurang baik digunakan bagi keperluan manusia. Dalam ilmu lingkungan definisi perubahan itu adalah berupa perubahan fisik, kimia, dan biologi.

Keperluan air bagi manusia diperkirakan untuk minum 5%, memasak 5%, mandi 30%, mencuci 15%, dan lain-lain keperluan (taman, cuci kendaraan, perikanan, dll) 45%. Standar sanitasi adalah 150 l per hari per kapita.

Air bagi keperluan manusia

Air bagi manusia diperlukan untuk berbagai keperluan. Sebagian besar dari tubuh manusia terdiri dari air, kira-kira 60-70% dari berat badanya. Untuk kelangsungan hidupnya, tubuh manusia membutuhkan air yang jumlahnya tergantung kepada berat badannya. Orang dewasa membutuhkan air sekitar 2-2.5 liter per hari.

Kegunaan air bagi tubuh manusia, antara lain untuk: proses pencernaan, metabolisme, transportasi zat-zat dalam tubuh, regulasi berbagai keseimbangan dalam tubuh termasuk mengatur suhu tubuh, dan untuk menghindari tubuh jangan kekeringan. Untuk menjaga kebersihan tubuh diperlukan air, misalnya untuk mandi dan kebersihan sesudah kencing/berak, agar tidak

berjangkitnya penyakit.

Air dibutuhkan pula untuk pembersihan atau pembasuh (water washed). Air perlu bagi pertanian dan perikanan. Air juga dibutuhkan untuk perusahaan dan perindustrian. Di samping itu air juga diperlukan untuk transportasi.

Yang penting lagi air adalah berhubungan dengan kesehatan. Banyak penyakit bersumber dari air (water borne disease). Air dan penyakit berkaitan dengan adanya mikroba dalam air seperti pada penyakit perut (tifus, paratifus, kolera, disentri, dan lain-lain). Penyakit kulit, misalnya skabies (kudis), ulkus (tukak), jamur (mikosis), radang kulit (iritasi). Penyakit mata berkaitan juga penularannya melalui air seperti konjunktivitis (radang selaput bola mata), trakhoma. Di samping itu penyakit-penyakit lain yang dibantu oleh air penularannya adalah penyakit radang pada hati (hepatitis), lumpuh pada anak (poliomielitis), dan lain-lain. Penyakit non infeksi yang dapat melalui air seperti penyakit karena meminum air yang kurang mengandung mineral fluor (F) yang dapat berakibat mudah terjadi penyakit gigi berlobang (caries dentis). Atau karena kelebihan fluor yang banyak dalam air minum dapat menyebabkan gigi mengandung bercak-bercak kuning yang banyak (mottled enamel). Air yang mengandung kurang mineral Iodium dapat menimbulkan penyakit struma (gondok). Kelebihan mineral tertentu di dalam air dapat juga menimbulkan berbagai penyakit: misalnya kelebihan Ca/Mg menimbulkan karang gigi. Kelebihan garam magnesium sulfat dalam air minum dapat berakibat diare.

Di samping hal-hal di atas, air bagi kehidupan adalah menjadi tempat perindukan berbagai vektor penyakit atau serangga (water related to insect vector: breeding places vector). Air menjadi tempat hidup hewan perantara penyakit (water based). Di samping itu air adalah sebagai mata rantai makanan dalam ekosistem (water as ecosystem), sebagai penghantar (water

borne) berbagai bahan.

Jenis-jenis air

Air banyak jenisnya, dan untuk itu air dapat dibedakan atas berbagai cara.

1. Berdasarkan terdapatnya

- Air angkasa (air atmosfer, air meteorologik), yaitu berupa uap, salju, hujan.
- Air permukaan (water surface runoff), misalnya air kali, sungai, rawa, danau, laut.
- Air dalam tanah (interflow/grond water runoff), air sumur dan air sumber (mata air).

2. Berdasarkan kesadahan

Terjadinya kesadahan air terutama disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) mineral valensi dua, misalnya garam-garam karbonat dan bikarbonat (kalium dan magnesium). Kesadahan karbonat disebut juga kesadahan temporer, karena kesadahan akan hilang apabila pemanasan. Kesadahan permanen atau kesadahan non karbonat adalah kesadahan akibat garam-garam sulfat, klorida, (kalsium sulfat, kalsium klorida, magnesium sulfat, magnesium klorida). Kesadahan permanen tidak hilang dengan pemanasan. Air dengan kesadahan tinggi dapat merusak pakaian dan banyak menghabiskan sabun apabila air tersebut digunakan untuk mencuci pakaian; tidak baik untuk perusahaan laundry. Air sadah (air keras) seperti air laut. Air lunak adalah air hujan. Walaupun banyak penyebab kesadahan, maka Derajat Kesadahan biasanya berdasarkan terdapatnya mg CaCO_3 dalam 1 liter air (ppm = part per million). Untuk hal demikian air itu dikategorikan sebagai berikut.

Jenis air	mg/l (ppm) CaCO ₃
Air lunak	50
Air agak sadah	50 - 100
Air sadah	100 - 200
Air sangat sadah	> 200

Memasak dengan air sadah berpengaruh terhadap derajat keempukan makanan. Memasak biji-bijian dan kacang-kacangan kurang baik dengan air sadah.

3. Berdasarkan kemurniannya

- air suling (aquadestilata), di mana mineral tidak terdapat didalamnya.
- air bersih yaitu air yang didalamnya terdapat mineral.
- air kotor atau air bekas, dimana air tersebut telah tercemar.

Sumber pencemaran dan tipe pencemaran

Memahami siklus air di alam, baik sewaktu air berada di udara (atmosfer), jatuh ke tanah berisi pelbagai kandungan zat didalamnya, maupun di dalam tubuh makhluk hidup (hewan atau tumbuhan), maka secara alamiah pada dasarnya air banyak mengandung zat tertentu. Rumus air adalah $H_2O + X$. Faktor X adalah zat-zat kimia yang terlarut di dalam air. Zat tersebut terdapat karena pengaruh alami atau akibat buangan oleh aktivitas manusia. Faktor X dapat menimbulkan masalah, mungkin karena toksisitasnya, atau reaksi-reaksi kimia yang ditimbulkannya. Reaksi yang ditimbulkannya mungkin menyebabkan pengendapan yang berlebihan, timbulnya busa/bau yang menetap, gangguan fisiologis yang tidak diharapkan

(rasa, bau, pengaruh laxatif), ataupun perubahan-perubahan dari wujud air tersebut.

Sumber pencemaran air adalah dari pembuangan sampah, pembuangan limbah rumahtangga, pembuangan sampah industri, sampah pertanian dan peternakan, sampah perkotaan, dan lain sebagainya.

Pencemaran berupa bahan kimia tertentu, misalnya berasal dari pemakaian pupuk, pestisida pertanian, industri kimia; dan limbahnya dapat berupa detergen, logam berat, mineral, asam organik, lemak, garam-garam, bahan pemutih, zat warna atau pewarna, senyawa fenol, tanin, sulfida, ammonia, atau racun-racun, dan sebagainya.

Pencemaran dari pertanian dapat juga bersumber dari kotoran ternak, erosi tanah, pupuk, garam anorganik, mineral dari irigasi, herbisida dan pestisida, dan lain-lain.

Zat Cemar

Secara umum zat-zat cemar dalam air itu sangat beragam dan kalau akan digolongkan juga adalah sebagai berikut.

1. Unsur-unsur logam, misalnya: Cd, Be, Cr, Hg, Pb, Cu, As, dan lain-lain. Sumber cemar ini biasanya dari industri, bahan fosil, dan lain-lain.
2. Cemar organik, seperti sianida, amoniak, nitrit, sulfit, CO₂, dan sebagainya. Cemar sianida dapat dari industri logam. Dan yang lain-lainnya sering akibat proses reaksi mikrobik dalam air.
3. Cemar dari air limbah rumahtangga (domestic sewage), misalnya air limbah dari kamar mandi, WC, dapur, limbah sisa deterjen yang tidak terdegradasi oleh bakteri, dan juga bahan pengisi dan additif dari deterjen.
4. Cemar yang berasal dari limbah pertanian, misalnya sisa

- pestisida atau herbisida, pupuk dan lain-lain.
5. Cemaran yang berasal dari peternakan, seperti protein, lemak, karbohidrat.
 6. Senyawa organik baik yang tergradasi atau tidak oleh bakteri dari banyak sumber (pertanian, peternakan, pertambangan, pasar, industri, dan lain-lain).
 7. Cemaran dari industri (industrial wastes) dengan beraneka ragam, misalnya pemboran minyak lepas pantai, tumpahan minyak karena pengangkutan, limbah pabrik kimia, pabrik cat, dan sebagainya.
 8. Cemaran dari perusahaan-perusahaan (comercial wastes), misalnya limbah dari hotel, restoran, pasar, kolam pemandian dan sebagainya

Besarnya kandungan zat di dalam air tergantung kepada daya larut zat dalam air. Pada dasarnya air adalah pelarut yang sangat baik dan disebut dengan pelarut universal. Hanya tentu tidak semua zat dapat larut secara sempurna dalam air.

Air kotor berisi bahan-bahan padat, bahan terlarut dan gas-gas. Susunan air kotor pada dasarnya terdiri dari bahan-bahan yang mengapung (floating materials), bahan-bahan yang larut (dissolved solids), bahan-bahan koloidal (colloids) dan bahan-bahan yang mengendap (sediment).

Atas dasar ukuran partikel dalam air secara umum larutan itu dibedakan atas larutan koloid dan suspensi.

Kriteria Air

Seperti dimaklumi bahwa air itu adalah vital bagi kehidupan manusia, maka kebutuhan air itu perlu dalam hal kualitas dan kuantitas. Kriteria-kriteria untuk kebutuhan itu banyak macamnya, dan yang umum adalah kriteria yang bersandarkan kepada parameter kualitas fisik, kimia, dan biologik.

1. Parameter fisik, jenisnya banyak sekali dan yang

terpenting adalah: bau, rasa, suhu, warna, kekeruhan, padatan terlarut, padatan tersuspensi, padatan total, daya hantar spesifik, viskositas, dan lain-lain.

2. Parameter kimia, juga banyak dan yang penting adalah: kesadahan total (total hardness), pH (intensitas sipat asam, besarnya ion H dalam air serta kapasitas menerima/menolak ion OH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), bahan organik total (TOM), kadar anion, kadar logam, dan lain-lain.
3. Parameter bakteriologis air. Yang terpenting untuk parameter ini di samping tidak mengandung kuman patogen adalah kandungan bakteri coliform. Air yang memenuhi syarat parameter ini adalah tidak mengandung coliform bakteri.

Penggolongan Air

Berkaitan dengan penggunaan air, maka pencemaran dapat menimbulkan berbagai macam. Perundang-undangan di negara kita membedakan pencemaran air berdasarkan peruntukan air. Air itu digolong-golongkan sebagai berikut.

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan.
2. Golongan B, adalah air baku untuk minum dan keperluan rumah tangga.
3. Golongan C, air yang dapat digunakan bagi keperluan perikanan, peternakan, tetapi tidak dapat digunakan bagi keperluan seperti golongan A dan B.
4. Golongan D, air yang baik bagi keperluan pertanian dan industri dan dapat dipergunakan untuk usaha perkotaan, listrik tenaga air, tetapi tidak untuk keperluan seperti pada golongan A, B, dan C.

5. Golongan E, yaitu air yang tidak sesuai dengan keperluan A, B, C, dan D.

Untuk memenuhi berbagai keperluan, air yang tidak atau kurang memenuhi peruntukan tentu perlu pengolahan lebih dahulu. Misalnya, Perusahaan Air Minum (PAM) dalam pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat, akan menggunakan dan mengolah air sungai sampai memenuhi syarat peruntukan.

Pencemaran oleh Logam Berat

Masalah pencemaran oleh logam berat dan akibatnya terhadap biota air (plankton, ganggang, ikan, udang, dan lain-lain) mau pun terhadap orang yang memakan biota tersebut adalah merupakan masalah yang serius pada akhir-akhir ini. Penimbunan logam dalam jaringan biota air sesuai dengan tingkat kadar pencemaran logam dalam air.

Berkembangnya industri, menyebabkan kandungan logam berat di dalam air laut daerah sekitar industri meningkat pula, karena laut sering dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah. Ion-ion dari logam tertentu dapat tertimbun dalam jaringan biota laut. Misalnya cobalt (Co) banyak ditemui pada ginjal kerang laut, yaitu kerang besar (*Tridacna* sp.). Kadar tembaga (Cu) dan seng (Zn) banyak terdapat pada karang laut kecil (*Oyster* sp.).

Kandungan logam yang tinggi pada hewan-hewan tersebut biasanya sebagai indikator ada tidaknya pencemaran di laut. Secara alamiah sebenarnya air laut yang bersih juga ada mengandung bermacam logam, tetapi jumlahnya sangat kecil dan tidak membahayakan. Selain dari buangan industri, air laut menerima macam logam berat dari udara, erosi daratan, dan dari muara sungai.

Keracunan Merkuri (Hg)

Epidemi keracunan logam berat, terutama merkuri yang menarik perhatian dunia terjadi di Jepang tahun 1953-1960, terkenal dengan 'Minamata disease'. Malapetaka karena penduduk memakan ikan yang terkontaminasi limbah industri yang mengandung merkuri di Teluk Minamata. Dilaporkan bahwa sekitar 143 meninggal dunia dan 899 menderita sakit.

Epidemi berikutnya terjadi di Niigata tahun 1965 ditemukan 520 penderita dengan 44 kematian.

Semenjak kejadian tersebut pencemaran muara sungai, pantai sampai pencemaran laut makin diperhatikan dengan serius.

Meningkatnya perhatian terhadap pencemaran dan keracunan merkuri, maka mulai banyak laporan dari berbagai negara, misalnya karena konsumsi makanan dari hasil pertanian yang disemprot dengan pestisida mengandung merkuri.

Di Port Pirie Australia Selatan dilaporkan tingginya kandungan logam berat (Zn, Cd, Pb) karena disana adalah daerah industri. Kandungan logam berat juga tinggi di laut Wadden di Belanda, Ottago Harbour di New Zealand, Belledun Harbour di Canada. Meningkatnya kandungan logam berat dalam air laut, maka kemungkinan besar kadar logam berat tersebut juga akan meningkat dalam tubuh biota laut. Tahun 1971-1972 letusan hebat (outbreak) pencerman terjadi di Irak dengan 6.000 penderita keracunan merkuri dirawat di rumah sakit, 450 orang meninggal dunia. Pada tahun yang sama juga terjadi di Pakistan, Ghana, Guatemala disebabkan oleh merkuri organik yaitu alkil merkuri yang digunakan sebagai fungisid dalam teknik konservasi biji gandum.

Di Amerika juga ditemui berupa kontaminasi daging babi, yaitu dari babi yang diberi makanan dengan makanan yang telah difungisid sebelumnya.

Keracunan merkuri pada manusia memberikan gejala akut berupa

lesu, dingin, rasa logam pada lidah, mual, muntah, diare, dan sesak napas. Gejala yang lebih berat berupa gejala neurologik, seperti paralisis, ataksia, tremor, depresi, dan paraestesi, neurasteni, pendengaran menurun, disartri, gangguan gerakan. Pada keadaan hebat ditandai dengan hilangnya koordinasi otak, mudah tersinggung, pemalu, tidak bisa tidur, pelupa, suka bingung, dan disusul dengan paralisis dan kematian.

Di Indonesia walaupun belum ada jatuh korban, tetapi kadar logam berat di beberapa perairan, misalnya di Teluk Jakarta telah mulai menunjukkan peningkatan dari ambang batas.

Keracunan Cadmium (Cd)

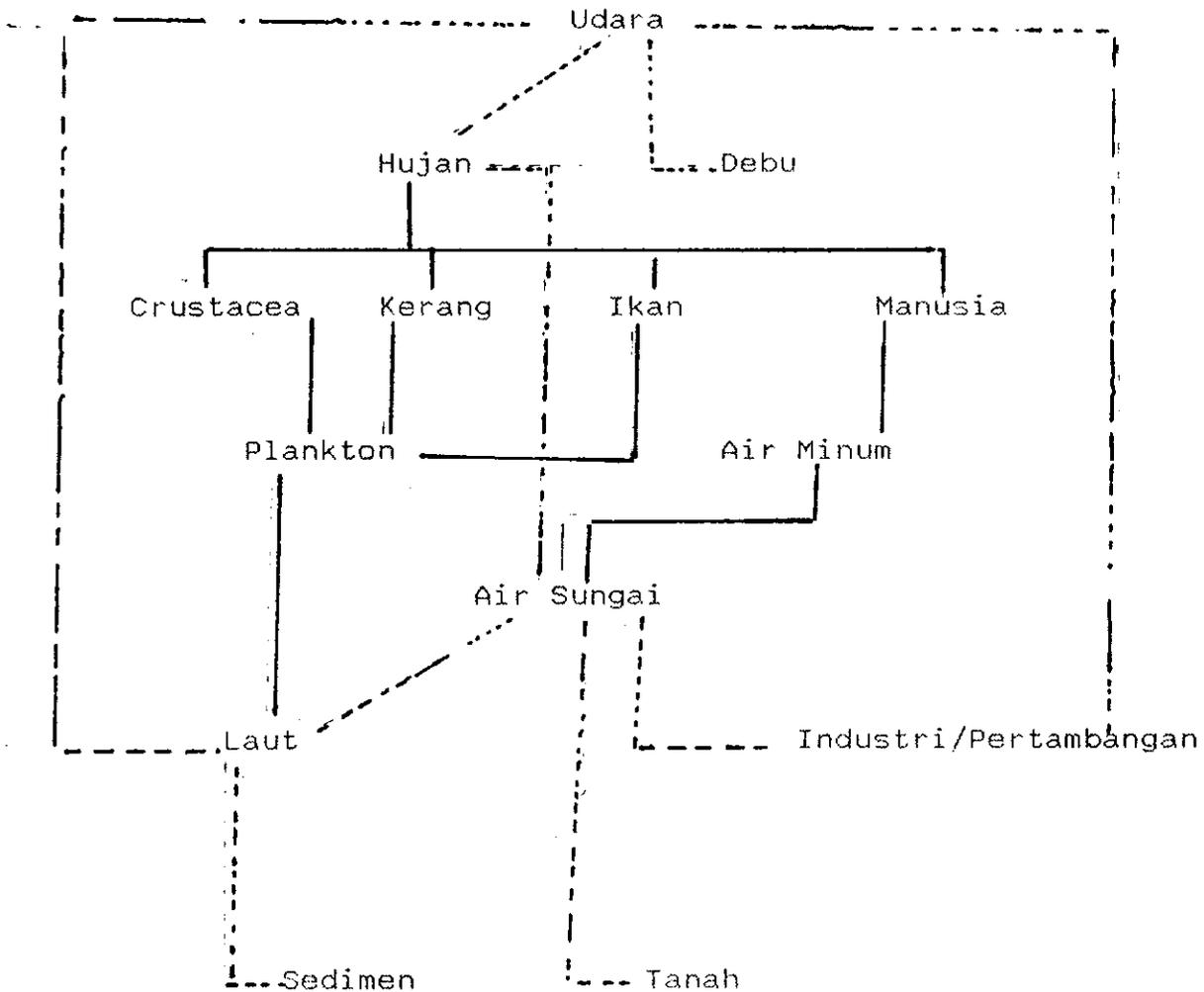
Logam Cd di alam bersama dengan Zn dan Pb. Logam ini digunakan dalam proses elektro-plating dan galvanisasi melapisi peralatan dapur. Bahan logam ini juga digunakan dalam pabrik plastik, cat, baterai, atau dalam bentuk gas sebagai hasil pembakaran bahan bakar fosil. Tempat keracunan biasanya ditempat industri-industri peleburan logam.

Perokok berat juga dapat menderita keracunan kronis Cd karena mengisap asap rokok yang mengandung Cd.

Di Jepang atau kepulauan Fuchu, penyakit ini dinamai 'itai-itai', yang kalau diindonesiakan berarti "aduh-aduh atau ooch-ooch". Penderita mengaduh karena Cd terakumulasi di jaringan tertentu, misalnya terasa linu dan sakit pada otot-otot dan tulang-tulang serta sendi (nyeri reumatik). Cd yang terakumulasi dalam jaringan tulang menyebabkan kerapuhan tulang, pigmentasi pada gigi. Juga dapat menimbulkan gangguan ginjal, lambung, dan mengganggu pembentukan haemoglobin.

Keracunan Cd adalah karena limbah industri pembuatan Zn dan Pb di mana limbah mengkontaminir air sawah lalu masuk dalam padi-padian, atau terminum air yang mengandung Cd.

Secara skematis pencemaran laut oleh logam berat dapat dilihat pada bagan di bawah ini.



Gambar: Siklus pencemaran laut oleh logam berat
(Darmono dan Chairul Arifin, 1989)

—————: langsung
.....: tidak langsung

BAB 6

PENCEMARAN UDARA

Pendahuluan

Atmosfer merupakan sumber alam yang sangat vital bagi kehidupan makhluk hidup. Atmosfer mengelilingi bola bumi merupakan suatu selubung payung yang melindungi bumi dan isinya. Sifat fisik itu merupakan pendukung langsung kehidupan, serta melindungi kehidupan itu dari pengaruh radiasi matahari yang berbahaya. Manusia memerlukan atmosfer karena atmosfer mengandung udara, cahaya matahari dengan berbagai sinarnya misalnya infra merah, ultra violet, dan lain-lain.

Dari semua sifat atmosfer, susunan gas dalam atmosfer merupakan bahan terpenting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Gas yang paling utama adalah oksigen dan nitrogen yang mempunyai perbandingan selalu tetap pada setiap lapisan atmosfer.

Salah satu sifat benda gas adalah tidak pernah mempunyai bentuk dan isi yang tetap, karenanya selalu berubah menyesuaikan dengan daerahnya. Bumi tidak mempunyai batas atas, tetapi atmosfer tetap mengelilingi bumi. Karena adanya gravitasi dan massa dari gas tersebut. Akibatnya udara dalam atmosfer mempunyai tekanan. Makin tinggi dari permukaan laut, makin rendah tekanannya. Selain tekanan yang makin rendah, suhu juga menurun sesuai dengan ketinggian. Setiap kenaikan 10.000 kaki, terjadi penurunan suhu 38 derajat F.

Sehari-semalam, manusia itu mengisap udara lebih kurang sebanyak 15 ribu liter udara dari atmosfer. Bersamaan dengan itu akan terhirup sejumlah gas lain atau partikel yang berasal dari aktivitas manusia. Sebab, manusia menggunakan

pula atmosfer itu sebagai tempat pembuangan kotoran-kotoran berbentuk gas dan partikel yang tidak dikehendakinya lagi. Intensitas pengotoran atmosfer pada dasarnya tergantung daripada intensitas penggunaan oleh manusia serta taraf pembersihan atmosfer yang berlangsung secara alami. Intensitas penggunaan dipengaruhi oleh jumlah manusia yang menggunakan, aktivitas manusia, sikapnya terhadap lingkungan dan sebagainya.

Tulisan ini mengetengahkan sedikit contoh-contoh perilaku manusia dengan lingkungan sehingga menimbulkan masalah lingkungan berupa pencemaran udara.

Pembersihan Alami

Taraf pembersihan alami ditentukan oleh keadaan topografis, meteorologis, fauna dan flora setempat yang ada di sana. Faktor di dalam atmosfer itu sendiri, intensitasnya juga berbeda tergantung pula di mana letak atau beradanya atmosfer terhadap bola bumi. Dengan demikian efek terhadap kesegaran atau kesehatan akan berbeda pula. Hal lain yang memperberat masalah apabila ke dalam atmosfer/udara itu akibat aktivitas manusia dimasukan pula bahan pencemar (polutan) yang melampaui batas kemampuan alami untuk membersihkannya. Sebenarnya, sampai batas tertentu alam (atmosfer) itu dapat menetralsir perubahan yang terjadi. Misalnya penambahan gas CO₂ ke dalam udara akibat aktivitas manusia, maka gas ini akan dimanfaatkan oleh flora yang ada disekitarnya untuk fotosintesis (asimilasi). Sebagai produk asimilasi dibebaskan sejumlah O₂ sebagai pengganti O₂ yang berkurang karena proses pembakaran dan pernapasan. Adanya angin atau turbulensi udara menyebabkan bahan pencemar yang berada di udara mengalami pengenceran, kadarnya menurun

sehingga tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu kehidupan normal.

Kepedulian Manusia

Kewaspadaan manusia terhadap efek-efek yang tidak diinginkan adalah sangat penting; walaupun manusia dengan segala kemampuan iptek yang dimilikinya dapat saja membuat apa yang diinginkannya. Manusia dapat membuat lingkungan artifisial. Manusia dapat membuat rumah atau gedung bertingkat lengkap dengan peralatan yang dibutuhkannya, seperti penggerak udara (fan), pendingin (air conditioner), tangga (lift) atau tangga berjalan (escalator), dan lain-lain sesuai dengan fungsi kegunaan bangunan tersebut.

Industri semakin berkembang sesuai dengan pemenuhan kebutuhan manusia yang meningkat dan beragam pula. Secara serempak dengan perkembangan industri itu, meningkat pula pencemaran udara baik berasal dari industri mau pun dari alat transportasi yang melayani kegiatan industri tersebut. Di samping hal di atas, masalah baru adalah kebisingan yang bersumber dari alat industri mau pun transportasi. Pengaruh bunyi menimbulkan gangguan terhadap kesegaran dan kesehatan; bahkan kebisingan dapat meningkatkan frekuensi kecelakaan. Walau pun semua dampak negatif ini dengan kemajuan teknologi dapat pula diatasi, akan tetapi yang perlu disadari adalah mencegah lebih baik daripada mengatasi setelah terjadi gangguan yang tidak baik yang tidak diinginkan itu.

Suatu hal yang unik dari lingkungan atmosfer adalah, tidak dipunyainya batas-batas yang nyata. Udara orang di negara lain adalah udara di negara kita juga. Polusi udara di tempat lain dapat saja menjalar ke tempat kita, begitu juga sebaliknya. Untuk itu kerja sama antar negara atau

internasional sangat diperlukan dalam menanggulangi kebersihan lingkungan atmosfer itu.

Kisah Pencemaran Udara

Masalah pencemaran udara mulai menonjol saat ditemukan batubara sebagai sumber tenaga dan panas. kira-kira abad ke-14. Masalah pencemaran udara menjadi semakin marak di era industrialisasi, yaitu abad ke-19. Perkembangan industri yang pesat, meningkatnya jumlah kendaraan bermotor; dan disertai meluapnya pertumbuhan penduduk telah menyebabkan meningkatnya pencemaran udara. Di negara-negara berkembang pencemaran udara telah pula menjadi masalah utama bagi warganya.

Di daerah industri mau pun di kota-kota besar sumber utama pencemaran udara berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi, batubara, gas alam); dan bahan ini digunakan untuk keperluan tenaga listrik, ketel uap, dan keperluan industri lainnya. Alat angkutan berupa kendaraan bermotor, kapal laut, pesawat terbang mengeluarkan sisa pembakaran. Hasil pembakaran bahan bakar berupa gas karbon monoksida, hidrokarbon, nitrogenoksida, sulfurdioksida, partikel karbon, residu timah oksida (PbO), dan lain-lain.

Adanya debu radioaktif dihasilkan oleh reaktor atom, ledakan nuklir dari percobaan atau pun akibat dari peperangan.

Perlunya pengawasan atmosfer menjadi keharusan karena perkembangan industri dan aktifitas-aktifitas lain dapat menyebabkan masuknya sejumlah bahan atau gas beracun ke dalam atmosfer yang dapat membahayakan kehidupan di planet bumi ini.

Beberapa Kasus Pencemaran Udara

Suatu kejadian pada 3-5 Desember 1930. kabut tebal menyelimuti daerah industri yang terletak antara kota Liege dan kota Huy di Belgia. Pada hari ke-3 dari kejadian itu banyak warga kota menderita penyakit saluran pernapasan. Mereka menderita gejala sesak napas, suara serak, batuk-batuk kontinu dengan dahak hijau kekuningan seperti nanah. Mereka yang sakit seketika mencapai 6.000 orang dan yang meninggal 60 orang dengan komplikasi payah jantung akut. Angka kematian meningkat sepuluh kali dibandingkan keadaan biasa sebelumnya. Binatang-binatang piaraan ikut sakit dengan gejala yang sama dengan tuannya: pernapasannya menjadi cepat dan paru-parunya mengembung (emfisema).

Penderita yang meninggal kebanyakan adalah orang tua, bayi dan anak-anak.

Kasus polusi udara di Belgia ini terkenal dengan kasus Meuse Valley of Belgium, karena kota Liege dan Huy ini terletak dalam sebuah lembah yang dihubungkan oleh sungai yang mengalir di kedua kota tersebut.

Di sepanjang pinggir sungai antara kedua kota terdapat industri dan pabrik-pabrik. Desember adalah musim dingin, suhu lembah berada di bawah 0 derajat C atau di bawah titik beku, sedangkan pabrik tetap bekerja siang-malam. Sepanjang sungai dalam lembah tersebut terdapat kabut 'moist', yaitu titik-titik air yang mengambang di udara dengan ketebalan 60-80 meter dengan lebar 1-2 km menutupi lembah yang menghubungkan ke dua kota tersebut yang berjarak sekitar 20 km.

Penduduk di kedua kota terkurung dalam kabut tebal berisi titik-titik air. Adanya asap atau gas buangan industri yang keluar terus pada musim dingin itu menimbulkan reaksi-reaksi kimia dengan butir air membentuk 'fog'. Fog menjadi lebih tebal, berbuih dan sebagian mengendap dan melekat dipermukaan

tanah. Jatuhnya korban yang banyak itu adalah karena menghirup kabut fog. Korban yang jatuh terutama pada golongan orang tua dan anak-anak. Para pemuda karena merasa bernapas tidak enak, umumnya mereka cepat lari naik ke pinggir gunung sampai ke puncak lembah tersebut sehingga terhindar dari udara pernapasan yang menyesakkan napas itu.

Kejadian ini berulang setiap musim dingin berikutnya, dan akhirnya diketahuilah bahwa kejadian itu adalah sebagai akibat kegagalan manusia berhubungan dengan lingkungannya.

Kejadian lain, adalah di Tokyo tahun 1946. Tentara Amerika Serikat yang berada di sana seusai Perang Dunia II, banyak terserang penyakit sesak napas (asma). Kemudian penyakit ini terkenal dengan Tokyo-Yokohama Asthma (T-Y Asthma). Setelah diselidiki ternyata penyakit ini disebabkan oleh pencemaran udara yang berasal dari daerah industri yang banyak terletak di antara kedua kota Tokyo dan Yokohama.

Kasus lain tepatnya Selasa 26 Oktober 1948 adalah di kota Donora Pennsylvania, USA. Donora suatu kota kecil dengan penduduk 12.300 orang, menempati suatu lembah yang curam dengan sungai Monongahela yang mengalir dalam lembah tersebut. Donora adalah daerah industri, yakni industri logam, baja, seng dan industri kimia. Lembah Donora berbentuk tapal kuda diapit oleh gunung sehingga mirip dengan Meuse Valley di Belgia. Sungai Monongahela menjadi alur pelayaran kapal api ke daerah industri, dan dipinggir sungai juga ada transportasi kereta api siap dengan kepulan asap berwarna hitam. Pada waktu musim dingin Oktober itu, 42% penduduk kota merasa ada gangguan pernapasan. Hidung dan tenggorok terasa sakit, iritasi pada mata, mata pedih dan berair; sebagian ada gangguan pada saluran pencernaan.

Pada musim dingin itu dalam rangka libur sekolah, berlangsung pertandingan olah raga anak-anak. Pertandingan tidak dapat

berlanjut karena sebagian besar para peserta mengalami sakit dada, batuk-batuk kontinu, disertai nyeri bagian perut. Binatang piaraanpun banyak pula yang mati. Data statistik kotapraja menunjukkan bahwa data kematian dan kesakitan lebih besar dibandingkan hari-hari biasa. Wabah (epidemi) yang melanda kota disebabkan oleh kabut fog.

Kasus lain adalah di kota London Inggris, 4 Desember 1952. Musim dingin mulai pada malam hari. Udara dingin bertiup dari selat Eropa ke daratan Inggris melewati sungai Thames yang berada dalam lembah. Karena dingin yang sangat dan merasuk tulang, penduduk yang berada dalam lembah melakukan pembakaran berlebihan untuk mengusir dingin. Angin yang tidak begitu kencang, menyebabkan selama lima hari kota London tertutup asap (London fog) sehingga penerbangan dari dan ke kota London (Inggris) mengalami gangguan. Kecelakaan-kecelakaan lalu lintas di darat meningkat karena adanya kemacetan dan disertai jarak pandangan yang dekat. Setelah lima hari, fog lenyap; tetapi diikuti dengan wabah penyakit. Angka kematian meningkat dari hari-hari biasa, dan dilaporkan 124 orang meninggal.

Kejadian serupa berulang lagi di tahun 1958, di mana fog berlangsung selama 18 jam dan membawa kematian penduduk lebih 1.000 orang. Kejadian ini berulang lagi pada tahun 1962, di mana penduduk kota London terkurung dalam kabut tebal sampai beberapa minggu.

Contoh lain di tahun 1958 adalah di Los Angeles California USA. Kejadiannya pada siang hari dan daerah Los Angeles relatif lebih panas dibandingkan dengan London. Di Los Angeles industrinya berkembang pesat, banyak menghasilkan uap-uap logam yang bersipat racun. Sebenarnya industri tidak begitu berperan dalam polusi udara, akan tetapi adalah arus lalu lintas yang sangat padat dan pencemaran itu berlangsung

pada siang hari.

Hasil buangan pembakaran alat transportasi, oleh pengaruh sinar surya terjadi reaksi dengan udara menghasilkan senyawa kimia yang disebut peroksida, misalnya ozon (O_3), peroksiasetil nitrat (PAN), dan lain-lain; secara bersama-sama membentuk 'smog'. Smog berisi campuran ozon, gas hidrokarbon, dan NO_x . Terutama ozon adalah merupakan oksidator kuat yang mengiritasi saluran pernapasan, selaput lendir lainnya seperti pada mata.

Kendaraan bermotor kalau pembakarannya berlangsung dalam ruang bakar yang baik maka hasil pembakarannya adalah senyawa nitrogenoksida. Akan tetapi apabila ruang pembakarannya (karburator) kurang baik, maka hasil pembakarannya banyak berisi gas-gas hidrokarbon. Gas-gas hidrokarbon, mau pun gas nitrogenoksida dengan bantuan sinar surya akan diubah menjadi gas lain, diantaranya adalah gas ozon yang berbahaya itu.

Sumber Umum Pencemaran Udara

Dari berbagai ilustrasi di atas tentang pencemaran udara, sebenarnya sumber umum pencemaran udara dapat dikelompokkan sebagai berikut.

a. Bahan buangan industri

Buangan industri berupa asap mengandung debu/abu berasal dari industri kimia, semen, pupuk, tepung, sawmill, dan lain-lain.

Buangan berupa gas, berupa: CO , CO_2 , SO_x , NO_x , dan lain-lain biasanya berasal dari tungku-tungku pembakaran.

Buangan industri yang menghasilkan bau, biasanya berasal dari senyawa organik yang mengandung N. S. seperti fenol, kresol, asam lemak dan sebagainya. Industri penghasil bau

tersebut contohnya industri pulp, pupuk, penyamak kulit, lem, dan lain-lain.

b. Kegiatan pembangunan dan pertambangan

Kegiatan pembangunan seperti pembuatan jalan, penaburan pasir pemecahan batu, pengurugkan atau penimbunan, penambangan, peledakan, dan sebagainya akan menambah polutan pada udara.

c. Kegiatan rumahtangga

Penggunaan energi selain listrik, misalnya bahan bakar pada waktu memasak, mau pun untuk penerangan akan menyebabkan polusi udara. Di samping itu polusi berupa bau yang tidak cocok dengan hidung kita berasal dari tempat sampah, W.C, atau pun dari pembakaran sampah-sampah rumah tangga yang menghasilkan polutan berupa asap dapat juga mengganggu pandangan lalu lintas mau pun gangguan terhadap kesegaran udara itu sendiri. Meningkatnya pemakaian alat pendingin (AC, air condition; kulkas/lemari es) penggunaan gas CFC (Cl_2FC_2) sebagai gas vereon meningkat pula. Di samping itu gas CFC banyak pula digunakan untuk bahan (gas) pendorong pada bahan-bahan kosmetik semprot (hair spray, parfum, pengharum ruangan, semprotan insektisida, dan lain-lain). Gas CFC di udara akan naik dan bereaksi dengan lapisan ozon. Ozon sebagai bahan filter dari sinar-sinar ultraviolet baik yang berasal dari sinar matahari ataupun sinar kosmis lainnya akan terganggu.

d. Kegiatan masyarakat

Kegiatan masyarakat yang merugikan terhadap kebersihan udara banyak juga terjadi sewaktu aktifitas penyemprotan-penyemprotan, misalnya aktifitas dalam lapangan pertanian sewaktu penyemprotan pestisida, dan sebagainya.

e. Sebab-sebab alami

Sebab alami yang menyebabkan polusi, misalnya ada letusan gunung berapi, longsor yang hebat, dan lain-lain. Adanya serbuk tanaman yang berterbangan di udara dapat sebagai allergen bagi sebagian manusia. Di samping itu terdapat juga bakteri, virus, fungi yang berterbangan di udara.

f. Kendaraan bermotor

Kendaraan bermotor menghasilkan kabut terutama pada pagi dan malam. Kejadian ini banyak terdapat di jalan-jalan yang ramai atau jalan-jalan yang macet. Kabut tersebut jelas terlihat di bawah bayangan lampu merkuri, dan kejadian ini mirip kalau kita melihat kabut yang berasal dari orang merokok ditempat keramaian (bioskop, lapangan sepak bola, dan lain-lain). Pada jalan-jalan yang macet atau kendaran berjalan pelan, banyak terlihat gas dan asap keluar dari kendaraan.

Pada jalan sempit di mana kendaraan berjalan pelan dan antrian panjang juga banyak terdapat gas dan asap. Di samping itu meningkatnya jumlah mobil pribadi bersileweran dijalanan akan menambah jumlah bahan polusi.

Mobil-mobil tua yang masih dioperasikan sebagai angkutan umum, akan menambah pula polusi karena pembakaran dalam mobil tidak sempurna; dan bila mobil tua mogok dijalanan akan membuat macetnya arus lalulintas sehingga polutan semakin banyak.

Arus lalulintas yang tidak baik atau macet, mau pun penggunaan jalur jalan yang tidak tepat (jalur cepat digunakan oleh kendaraan jalur lambat) akan mengganggu arus lalulintas, dan ini menambah terjadinya polutan.

Ramainya penggunaan jalur udara, ataupun kapal laut akan menghasilkan gas pencemar.

Gas buangan yang banyak, seperti gas CO dan C berupa asap

hitam karena pembakaran tidak sempurna, gas CO_2 , H_2 , O_2 , dan gas hidrokarbon yang belum terbakar atau terbakar sebagian, bersama-sama dengan gas SO_x , NO_x , oleh pengaruh sinar matahari terjadi reaksi fotokimia, dan produknya menimbulkan gangguan iritasi pada selaput mata (mata perih berair dan berlendir).

Apabila keadaan di atas disertai pula CO_2 berlebihan akan mengganggu penglihatan, dan selanjutnya korban kecelakaan lalulintas makin meningkat. Secara umum polusi yang berasal dari mobil tergantung kepada jumlah dan jenis mobil, kondisi dan mekanisme pembakaran dalam mobil, serta jenis dan persyaratan bahan bakar (bensin, premium, super premium, avtur gas, LPG, gasohol/etanol, dan lain-lain). Bensin biasa mengandung TEL, (tetra ethyl lead) atau $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ untuk meningkatkan angka oktana dari bahan bakar sehingga energi yang dihasilkan meningkat. Resiko penggunaan TEL adalah residu buangan berupa PbO berupa polutan.

Secara garis besar sumber pencemaran tersebut bersipat stationer pada satu tempat dan area tertentu (rumah tangga, industri, pembakaran sampah, dll); dan bersipat mobil (bergerak), yaitu pencemaran oleh alat transportasi (kendaraan bermotor, kereta api, kapal laut, pesawat udara).

Klasifikasi pencemaran udara

Berdasarkan asal dan kelanjutan perkembangan zat pencemar di udara dibedakan ke dalam dua kelompok, yaitu:

1. Pencemar primer, di mana pencemar dalam bentuk tidak berubah sesuai saat dibebaskan dari sumbernya. Pencemar langsung masuk ke udara dan segera menjadi pencemar udara. Contoh-contohnya adalah sebagai berikut:

- aerosol, berupa titik-titik cair mengambang di udara;
- debu dengan ukuran (0.5-100 u) berupa benda padat baik organik ataupun anorganik seperti debu asbes (Mg & Ca silikat);
- fumes berupa uap logam (0.1-0.5 u);
- asap (0.1-0.5 u), baik berupa cair atau padat yang berasal dari pembakaran tidak sempurna/lengkap;
- fly ash (0.5-100 u), berupa abu karbon (jelaga) yang berterbangan seperti titik-titik api;
- serbuk sari, mikroba;
- gas-gas, seperti gas belerang dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_2 , NO), karbon monoksida (CO), dan lain-lain.

2. Pencemar sekunder atau pencemar tidak langsung, di mana hampir semua bentuk pencemar di udara mengalami perubahan terjadi reaksi atau menyatu antara dua atau lebih kontaminan. Pencemar-pencemar terbentuk melalui reaksi katalis menjadi oksida-oksida gas yang berbahaya bagi makhluk hidup, yaitu reaksi fotokimia. Misalnya, gas N_2 dan O_2 di udara dalam karburator bereaksi menjadi gas NO_2 . Di udara gas NO_2 ini karena pengaruh sinar uv dari sinar matahari berubah menjadi gas oksidator NO dan O_n . O_n dengan gas O_2 menjadi O_3 ; gas-gas hidrokarbon lain dengan O_n membentuk senyawa formaldehide yang juga berperan sebagai oksidator kuat.

Gas SO_2 , sebagai sisa pembakaran (premium) dengan uap air di udara bergabung membentuk H_2SO_3 . Selanjutnya dengan pengaruh O_n di udara dapat berubah menjadi senyawa H_2SO_4 di udara (sebagai polutan primer). SO_2 dengan O_n dapat juga berubah menjadi SO_3 dan dengan uap air menjadi H_2SO_4 . Bangunan-bangunan tinggi dari besi apabila berkontak dengan uap H_2SO_4 yang ada di udara, lama-lama akan

mengalami korosi dan dengan sedikit goyangan gempa akan dapat roboh.

Sipat-sipat polutan udara

Ada beberapa sipat dari polutan yang ada di udara, antara lain:

- Asphyxiant, yakni dapat menyebabkan gangguan/sesak napas. Gangguan dapat sederhana karena mendesak jumlah kadar oksigen di udara, dan juga gangguan melalui reaksi kimia. Misalnya gas CO, CN, dan lain-lain dapat mengikat hemoglobin dengan erat sehingga pemakaian oksigen jaringan mengalami gangguan.
- irritan, yaitu merangsang selaput lendir. Gas polutan yang larut mudah seperti HF, HCl, NH₃, H₂SO₄, formaldehide, dan lain-lain dapat mengiritasi selaput hidung, trakhea. Gas yang larut sedang seperti gas Cl₂, Br₂, SO₂ akan mengiritasi pada saluran napas bagian bawah (trakhea, bronkhus, bronkiolus). Gas yang larut sukar akan sampai pada selaput lendir alveolus, sakkus alveolus, seperti gas NO₃, COCl₃, dan lain-lain.
- anaestetikum, yakni menyebabkan alat-alat atau saluran pernapasan yang dikenainya mengalami kehilangan atau gangguan perasa. Polutan sederhana menyebabkan gejala bersin-bersin, sedangkan yang lebih kompleks dapat menyebabkan gangguan (komplikasi) pada alat-alat tubuh lain, misalnya komplikasi ginjal, jantung, paru-paru, susunan saraf pusat, dan sebagainya.

Efek pencemaran udara

- mempengaruhi radiasi surya yang dibutuhkan untuk

fotosintesis, menimbulkan gangguan ekosistem, mempengaruhi iklim;

- menutupi pori-pori stomata, menimbulkan kerugian dalam produksi pertanian.
- mempengaruhi komposisi gas pernapasan (O_2 , CO_2 , uap air, dll), menimbulkan gangguan kenyamanan, kesehatan, dan ancaman jiwa manusia;
- menyebabkan korosi pada logam dan bahan bangunan, menimbulkan kerugian;
- mengotori dan menimbulkan erosi pada bangunan, meningkatkan ongkos pemeliharaan seperti pengecatan, perbaikan bangunan;
- merusak dan merapuhkan bahan perabot, barang-barang hiasan dan lukisan, menimbulkan kerugian budaya dan menambah biaya perawatan benda-benda seni/budaya.

Upaya penanggulangan pencemaran udara

Dengan memahami masalah pencemaran udara secara menyeluruh perlu ada upaya penanggulangannya, baik berupa tindakan administratif, planologis, teknis, maupun komuniti edukatif.

- a. Tindakan administratif, yakni pengetrapan produk-produk hukum atau peraturan yang dapat dijangkau dan ditaati. Peraturan perlu dibarengi dengan sanksi serta tindakan tegas bagi pihak pencemar yang melanggar ketentuan.
- b. Tindakan planologis, yakni pengaturan tata ruang dan wilayah sesuai dengan peruntukannya. Untuk itu ada zonifikasi, misalnya zonifikasi wilayah industri, daerah pemukiman, perkantoran atau pusat-pusat pemerintahan, daerah pasar (gudang, pertokoan, dll.), daerah rekreasi, dan sebagainya. Bagi daerah pemukiman perlu memperhatikan arah angin, aliran air, tinggi rendahnya letak, jalur transportasi, perumahan, dan sebagainya.

- c. Tindakan teknologis, yakni bagi industri-industri yang menghasilkan sampingan berupa polutan perlu ada 'plan treatment' sebelum 'industrial waste product' dibuang ke lingkungan luar. Misalnya industri yang menghasilkan sampah berupa debu dan asap, perlu mengadakan 'dust exhauster' agar polutan tidak berterbangan ke udara lingkungan terbuka. Ada persyaratan jumlah belerang atau polutan yang keluar dari cerobong; tingginya cerobong; saringan pada cerobong; zat-zat lain yang keluar dari cerobong.
- d. Tindakan komuniti edukatif, yakni mengingat banyaknya jenis pencemar yang terdapat di lingkungan (udara), tidak terlepas dari sikap perilaku masyarakat yang juga ikut meramalkan pencemaran. Untuk itu perlu usaha-usaha pencegahan berupa penerangan, penyuluhan, dan mengajak partisipasi masyarakat secara aktif dalam usaha penanggulangan. Penghijauan lingkungan dengan penanaman pohon-pohonan sangat diperlukan di samping sebagai 'wind breaker', udara akan dibersihkan oleh tanaman hijau. Dinginya udara akan mereduksi debu.

GAS-GAS RUMAH KACA

Gas-gas seperti uap air, karbondioksida, metana, klorofluorokarbon, ozon troposfer, dan nitrit oksida, menimbulkan efek rumah kaca dengan menahan panas dekat permukaan bumi. Konsentrasi sejumlah gas-gas ini dalam atmosfer mellihatkan peningkatan. Akibat pertambahan gas-gas tersebut, diperkirakan akan menangkap lebih banyak energi dari permukaan bumi pada lapisan atmosfer yang lebih rendah. Akibat lanjut akan terjadi kenaikan suhu, perubahan dari pola pembekuan, serta perubahan pada iklim global. Para ilmuwan telah mengetahui bahwa penumpukan karbondioksida dalam

atmosfer dapat menaikkan suhu bumi. Konsentrasi karbondioksida dalam atmosfer telah naik kira-kira 25% setelah ditemukannya sumber energi utama dalam Revolusi Industri. Sumber energi tersebut adalah bahan bakar fosil, yakni batu bara, minyak bumi, dan gas bumi. Pada saat sekarang kenaikan konsentrasi karbondioksida diperkirakan ahli sekitar 0.4% setiap tahun.

Metana (methan, CH₄)

Gas metana dikenal sebagai gas alam, terbentuk melalui pelapukan basah tumbuhan-tumbuhan yang mati oleh aktivitas bakteri, seperti pelapukan tumpukan jerami dalam tanah, dan melalui pori-pori tanah ke luar gas metana. Gas metana juga dihasilkan oleh saluran pencernaan hewan-hewan ruminantia dan sejenis serangga seperti rayap. Terbanyak gas metana di atmosfer berasal dari sumber-sumber geologi. Perhitungan para ahli gas metana ini diperkirakan 1.7 ppm (part per million, bagian per juta), dan akan terus bertambah dengan kecepatan 1.1 persen per tahun. Dari analisis gelembung-gelembung gas yang terperangkap di dalam es glasial, ternyata kenaikan tingkat metana sebanding dengan pertumbuhan populasi manusia. Efektivitas gas metana dalam menangkap panas adalah 25 kali dari karbondioksida.

Klorofluorokarbon (chlorofluorocarbon, CFC)

Gas ini adalah kelompok senyawa produk sintesis, sering disebut freon. Bahan ini digunakan dalam proses pendinginan (AC, air conditioning; kulkas, lemari pendingin), penyulingan, senyawa pembentukan peniup plastik foam, dan keperluan industri lain. Di samping gas ini berfungsi sebagai gas rumah kaca, apabila gas CFC ini naik ke bagian atmosfer

yang lebih tinggi (misalnya stratosfer), maka klorine (Cl)nya akan bebas dan mempercepat penguraian lapisan ozon yang menahan bumi dari pancaran radiasi ultraviolet matahari. Ada banyak jenis CFC, antara lain CFC-11 atau CFCl_3 ; CFC-12 atau CF_2Cl_2 ; F-13 (CF_3Cl); F-14 (F_4); F-113 ($\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$); F-114 ($\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$); C-115 ($\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$); F-116 (C_2F_6), dan F-13B (CF_3Br). Di antara CFC yang banyak itu ada dua jenis CFC yang mempunyai potensial tinggi yakni CFC-11 dan CFC-12. Keduanya disebut juga halokarbon, yang banyak menyerang dan merusak ozon stratosfer. CFC-11 molekulnya mempunyai daya tangkap panas 17.500 kali dari molekul karbondioksida, sedangkan CFC-12 lebih kuat lagi yakni 20.000 kali. Kedua senyawa ini mempunyai masa hidup yang panjang sekitar satu abad di atmosfer dan terus merusak lapisan ozon. Masa hidup rata-rata CFC-11 sekitar 75 tahun dan CFC-12, 110 sampai 140 tahun. Diperkirakan ahli kenaikan CFC di atmosfer sekitar 5% setiap tahun. Juga dinyatakan, bahwa dengan masa hidup rata-rata CFC 100 tahun, maka diperkirakan 37% dari CFC akan tetap berada di stratosfer setelah 100 tahun, sekitar 13% setelah 200 tahun, dan sekitar 4% setelah 300 tahun. Pada September tahun 1987, Protokol Montreal (Montreal protocol on Substances That Deplete the Ozon Layer) sebuah persetujuan internasional telah menghimbau negara maju/industri untuk membatasi/menghentikan produksi dan konsumsi CFC. Protokol tersebut menuntut 50% pengurangan produksi CFC dari tingkatnya di tahun 1986 sampai 1989.

Nitrit Oksida (N_2O)

Gas ini terbentuk melalui proses alamiah kerja mikroba tanah. Di samping itu juga sebagai hasil dari pembakaran kayu, pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, gas bumi), penghancuran sisa-sisa panen, dan perluasan pertanian.

Penggunaan pupuk mineral dalam pertanian yang mengandung nitrogen akan menambah kenaikannya di atmosfer. Penambahan ke atmosfer ditaksir ahli sekitar 0.25% per tahun. Gas ini juga berumur panjang dan dengan demikian konsentrasinya akan menaik terus dalam atmosfer. Para ilmuwan juga memperkirakan pada tahun 2030, gas nitrit oksida ini 34% lebih tinggi dibanding pada era pra-industri dulu. Daya tangkap panas molekul nitrit oksida juga lebih besar yakni 250 kali dibanding molekul karbondioksida.

Ozon troposfer (O_3)

Ozon dalam lapisan stratosfer melindungi planet bumi dari radiasi ultraviolet yang merusak. Penerimaan langsung radiasi ultraviolet dapat merusak sistem kekebalan manusia, menyebabkan katarak, dan meningkatkan insiden kanker kulit. Lapisan ozon yang dekat ke bumi, yakni di lapisan troposfer merupakan lapisan yang lembab dan bertindak sebagai gas rumah kaca yang efektif pula. Gas ini tercipta melalui reaksi-reaksi kimia yang melibatkan hidrokarbon dan nitrogen oksida (NO) sebagai hasil pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan dalam industri dan kendaraan bermotor. Juga hasil pembakaran berasal dari penggunaan gas-gas dalam rumahtangga. Konsentrasi ozon troposfer lokal/regional akan meningkat terutama di daerah industri; dan hasil penelitian para ahli menunjukkan bahwa hutan-hutan tropis berperan sebagai resapan ozon. Pengrusakan hutan yang berkelanjutan akan mempengaruhi keseimbangan ozon regional, terjadi penipisan atau terbentuk lobang ozon.

BAB 7

KEBISINGAN

Berkaitan dengan polusi (pencemaran), ada istilah yang sering juga ditemui yaitu kebisingan atau polusi suara . Kebisingan dapat diartikan sebagai suatu bentuk suara yang tidak diinginkan (unwanted sound), atau suatu bentuk suara yang tidak sesuai dengan tempat dan waktunya.

Suara atau kebisingan itu tidak disukai karena menimbulkan efek dalam kehidupan masyarakat. Efek-efek tersebut antara lain:

1. Efek psikologis, dapat mengganggu kestabilan emosi, gangguan kenyamanan manusia.
2. Gangguan pembicaraan normal. Orang biasanya bicara keras ditempat atau dalam ruangan yang bising. Kadang-kadang orang menjadi kesal karena gangguan pendengaran ini.
3. Efek patologis, seperti terdapat ketulian baik sementara mau pun permanen (menetap). Mungkin juga terjadi gangguan sistem fungsional tubuh, misalnya: gangguan gerakan otot dalam efisiensi kerja, gangguan tidur, atau muntah-muntah dan pusing-pusing, dan lain-lain.

Memang banyak orang tidak sama pendapatnya tentang apa yang dikategorikan dengan bising (noise) itu. Untuk itu tentu perlu ditetapkan secara konsepsional. Dalam Undang-undang no.4 tahun 1982, tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, selanjutnya disebut Undang-undang Lingkungan Hidup (UULH), memberikan batasan tentang pencemaran lingkungan sebagai berikut: pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh

proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (UULH Bab I, ps1 1, ayat 7).

Jelaslah bahwa bising atau pencemaran suara itu dapat diartikan sebagai pencemaran lingkungan sebab masuknya suara yang tidak diinginkan ke dalam lingkungan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan sehingga menimbulkan gangguan peruntukan lingkungan tersebut.

Jenis-jenis kebisingan

Ada bermacam jenis kebisingan, seperti berikut ini.

1. Kebisingan impulsif, contohnya letusan atau ledakan mercon, halilintar, meriam, tembakan senapan, dan lain-lain.
2. Kebisingan impulsif berulang, misalnya bunyi pada mesin tempa, atau palu yang dipukul berulang-ulang dan lain-lain.
3. Kebisingan terputus-putus (nonsteady noise), misalnya bunyi pesawat terbang di lapangan terbang atau yang sedang lewat, lalu lintas kendaraan yang padat (dari jarak dekat), gangguan anjing, suara senapan mesin, dan sebagainya.
4. Kebisingan kontinu dengan frekuensi luas (steady noise), misalnya bunyi mesin-mesin di pabrik, bunyi mesin AC atau kipas angin, air terjun, kebisingan kota dari kejauhan, transformator, mesin pembangkit listrik, dan lain-lain.
5. Kebisingan kontinu dengan frekuensi sempit; dalam hal ini suara terdengar untuk berbagai frekuensi, tetapi ada yang menonjol pada range tertentu disebabkan oleh bunyi suatu alat tertentu. Misalnya bunyi mesin gergaji pada tempat penggergajian kayu (sawmill).

Sumber Kebisingan

Sumber kebisingan sangat banyak, misalnya sebagai hasil kemajuan dalam industri dan teknologi (peralatan dan mesin-mesin industri, suara pabrik, suara pesawat terbang, mesin-mesin kendaraan, lokasi kegiatan pembangunan, dan lain-lain) atau disebut juga 'industrial noise'. Mungkin juga berasal dari aktivitas kehidupan masyarakat seperti suara radio yang keras, kegiatan di tempat-tempat ramai: pertunjukan, pasar, alat pengeras suara, jalan/lalu lintas yang hiruk pikuk, dan sebagainya, atau disebut juga 'community noise'. Sekarang juga musim dan menjadi kegemaran dengan suara musik yang keras, teriak-teriak, dan sebagainya. Ada yang menamakan dengan 'music contemporer'. Semua menimbulkan suara gaduh (unwanted sound), berwujud kebisingan.

Berbagai faktor dapat juga mempengaruhi derajat atau kuatnya bising, seperti jaraknya dari sumber kebisingan, keadaan atau adanya tumbuhan/penghijauan seperti adanya taman, jalur hijau dan lain-lain; atau pun kondisi lingkungan seperti banyaknya bangunan-bangunan yang berpengaruh terhadap transmisi suara.

Kebisingan untuk masa-masa yang akan datang secara umum akan melihatkan tendensi meningkat. Alasan yang dapat dikemukakan di sini adalah:

- a. Bertambahnya kepadatan penduduk, terutama di daerah perkotaan.
- b. Kemajuan iptek dengan akibat bertambahnya peralatan yang mengalami mekanisasi (mechanized equipments); baik yang digunakan di rumahtangga, perkantoran, mau pun di industri-industri, dan sebagainya.
- c. Meningkatnya kebutuhan transportasi sehingga jumlah kendaraan bertambah (mobil, pesawat terbang, kereta api,

kapal, dan lain-lain).

d. Keharusan meneruskan dan meningkatkan pembangunan.

Sejalan dengan keadaan di atas, maka sumber bising yang utama (terutama di daerah perkotaan) adalah:

- a. Lalu lintas darat (road traffic noise), transportasi mobil, motor, kereta api, dan lain-lain.
- b. Lalu lintas udara (air traffic noise), pesawat terbang.
- c. Industri-industri (industrial noise), suara mesin-mesin, kesibukan dalam pabrik, transportasi produk, mobilitas manusia, dan lain-lain
- d. Kegiatan pembangunan (construction noise), pembangunan gedung kantor, rumah/pemukiman, pabrik, jalan, pasar, dan lain-lain
- e. Aktifitas masyarakat (community or people noise), misalnya percakapan yang keras, anak-anak yang ribut, keramaian, suara sound system, alat hiburan (radio, kaset, tv, musik), dan lain-lain.

Apakah semua suara menimbulkan gangguan?

Keadaan ini dipengaruhi oleh faktor:

1. Derajat intensitas (intensity level) suara: bila intensitas tinggi maka suara tersebut dapat merusak.
2. Lamanya terpapar terhadap kebisingan (duration of noise exposure). Bila cukup lama dapat menimbulkan ketulian.
3. Distribusi frekuensi gelombang suara, yaitu tergantung kepada ambang batas frekuensi suara yang dapat di dengar (20 - 20.000) Hz.
4. Kepekaan terhadap suara, dan dalam hal ini individual sifatnya.

Intensitas kebisingan pada beberapa tempat

Intensitas kebisingan mempengaruhi perilaku dan fisiologi tubuh manusia. Kebisingan yang tinggi dapat menimbulkan kematian, rasa sakit yang sangat, bahkan menimbulkan kerusakan permanen pada alat dengar atau sistem pendengaran.

Kebisingan atau kehadiran bising di dalam lingkungan hidup manusia adalah suatu hal yang sulit untuk dielakkan, dan karenanya perlu dipahami sehingga tidak menimbulkan kerawanan yang lebih lanjut.

Untuk membahas kebisingan itu perlu dipahami karakteristik bising itu, dan secara berturut-turut dibicarakan:

- a. Sifat fisik dari suara/bising
- b. Mekanisma pendengaran
- c. Pengukuran suara
- d. Jenis bising
- e. Sumber bising
- f. Pengaruh bising pada manusia
- g. Pengendalian bising

Sifat fisik suara

Seperti dimaklumi suara pada umumnya merambat dalam udara (atmosfer) dengan suatu dorongan atau tekanan tertentu. Sedangkan tekanan udara pada umumnya tergantung pula kepada letaknya suatu tempat/tanah di muka bumi ini. Di daerah pantai di permukaan laut tekanan udara 1 atmosfer (760 mmHg). Secara percobaan apabila suatu garpu tala (sumber suara) digetarkan, maka dalam proses getaran (gerakan maju dan balik) berlangsung cepat dan berulang-ulang, maka dalam hal tersebut terjadi kompresi (compression) molekul udara pada waktu gerakan maju dan perenggangan (rarefaction) molekul

udara pada waktu gerakan balik. Kompresi dan perenggangan bergantian ini menimbulkan fluktuasi terhadap tekanan udara (atmosfer) secara berulang-ulang yang disebut sebagai gelombang suara (sound wave), dan gelombang ini merambat ke segala arah. Rambatan gelombang (fluktuasi) tekanan udara apabila sampai membentur digendang pendengaran (telinga) atau membran tympani, maka membran telinga akan menjawab getaran tersebut melalui suatu saluran dan proses tertentu dan dikirim ke otak, di sana diinterpretasikan sebagai suara.

Tekanan suara (sound power) pada dasarnya adalah perbedaan antara 'actual pressure' suara dengan tekanan udara.

Suara mempunyai suatu tenaga (daya, power). Dan power pada dasarnya ditentukan oleh berat/massa, jarak, waktu. Ketiga-tiga variabel ini menentukan suatu power (energi), dan dari itu bisa dipindahkan; makanya suara itu dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain (jarak).

Tekanan atau dorongan suara (sound pressure) sebagai suatu rambatan gelombang, maka suara tersebut mempunyai panjang gelombang dan amplitudo (pressure amplitude).

Satu kali kompresi dan satu kali perenggangan membentuk satu siklus (cycle). Jumlah kompresi dan perenggangan per satuan waktu (biasanya per detik) yang dihasilkan sumber suara disebut frekuensi suara. Satuan frekuensi suara adalah Hertz (Hz), yaitu menyatakan jumlah siklus per detik (cycles per second); 1 Hz = 1 cycle per second. Manusia peka terhadap frekuensi suara di antara 16 - 20.000 Hz.

Tekanan suara tidak dapat secara praktis digunakan sebagai satuan gangguan kebisingan karena kekuatan suara itu mempunyai kisaran yang sangat besar yaitu dapat dinyatakan dalam microbars (sepersepuluh dari tekanan 1 atmosfer). Kisaran kekuatan suara itu mulai dari 0.0002 sampai 10.000 u bars (suara kapal terbang jet besar atau roket).

Di samping itu uniknya telinga (alat dengar) kita, yaitu

tidak memberikan respon linear terhadap kenaikan tekanan suara. Respons itu adalah berbentuk logaritma.

Intensitas suara (sound intensity), yaitu menyangkut hubungan kekuatan suara per satuan/unit luas. Dalam kebisingan intensitas suara merupakan konsentrasi suara dalam satu ruangan. Makin sempit ruangan makin tinggi intensitasnya. Intensitas bunyi biasanya disebut dengan desibel.

Dalam kehidupan sehari-hari intensitas terendah dapat atau tidaknya suatu bunyi terdengar oleh telinga manusia diberi nilai nol desibel, yaitu sebagai nilai ambang intensitas bunyi. Kalau suatu bunyi telah mencapai intensitas melampaui 50 desibel, disebut telah timbul bising yang sipatnya mengganggu.

Pengaruh bunyi terhadap kesehatan

Pengaruh bunyi terhadap kesehatan sangat dipengaruhi oleh tiga hal utama yaitu: intensitas bunyi, frekuensi bunyi, dan lamanya seseorang berada di tempat atau di dekat bunyi tersebut.

Dari penelitian ahli, telah diketahui apabila seseorang mendengar bunyi dengan intensitas sekitar 85 desibel dan frekuensi sekitar 600 sampai 4.800 gelombang per detik seharian penuh, akan mengalami kekurangan pendengaran yang mula-mula bersipat sementara, tetapi apabila berlangsung cukup lama (misalnya 5-10 tahun) akan dapat bersipat menetap. Gangguan yang demikian disebut juga dengan ketulian yang bersipat progresif.

Apabila seseorang mendengar bunyi dengan intensitas sangat tinggi dengan frekuensi sangat tinggi pula (misalnya, ledakan suatu bom), maka timbulah ketulian yang bersipat konduktif, yakni pecahnya gendang telinga serta rusaknya tulang-tulang

halus dalam telinga dalam, sehingga terjadi gangguan hantaran bunyi.

Seperti diungkapkan di atas, di samping gangguan yang objektif, akibat dari bunyi yang tidak diinginkan juga dapat menimbulkan gangguan subjektif, seperti: timbulnya rasa pusing, hilangnya konsentrasi, dan bahkan pada orang yang terlalu sensitif dapat menimbulkan berbagai keluhan lain, yaitu berdebar-debar, rasa mual, dan sebagainya.

Sebaliknya bunyi dengan kuantitasnya suai dengan pendengaran dan apalagi kualitasnya baik akan memberikan pengaruh positif terhadap kesehatan. Banyak penelitian menyatakan bahwa pekerja yang diberi hiburan musik yang menyenangkan akan meningkatkan prestasi kerja. Dan bukankah rayuan dua pasangan remaja yang lagi asyik dilakukannya dalam suasana tenang serta berbisik, yang kesemuanya itu kecuali barangkali takut didengar oleh pihak ketiga, juga akan mendatangkan suasana mesra yang mendatangkan gairah hidup dan kehidupan.

Tabel : Intensitas kebisingan dan sumber kebisingan

Intensitas nyata	dB	Batas dengar tertinggi
	120	
Menulikan	110	Halilintar Meriam Mesin uap
	100	
Sangat hiruk/keras	90	Jalan hiruk pikuk Kebisingan industri sangat gaduh Pluit polisi
	80	
Kuat/keras	70	Kantor sangat sibuk Jalan pada umumnya Radio Perusahaan
	60	
Sedang	50	Rumah gaduh Kantor umumnya Percakapan kuat Radio pelan
	40	
Tenang/baik	30	Rumah tenang Kantor perorangan Auditorium Percakapan biasa
	20	
Sangat tenang	10	Suara daun-daunan Berbisik Pernapasan Batas dengar erendah
	0	

BAB 8

MASALAH SAMPAH

Pendahuluan

Masalah sampah sebenarnya sekarang ini cukup pelik. Banyak orang tidak berminat terhadap pengurusan atau bekerja dengan sampah. Akan tetapi semua orang tidak ada yang tidak membikin sampah. Semua orang tanpa kecuali menghasilkan/memproduksi sampah. Dengan demikian tidak ada keserasian antara orang yang berminat mengurus/mengatasi problema sampah dengan orang yang membuat atau memproduksi sampah. Wajarlah kiranya untuk masa-masa yang akan datang persoalan sampah menjadi semakin kritis dan memerlukan pemikiran yang banyak untuk mengatasinya. Lebih-lobih masalah sampah ini sangat terasa di kota-kota besar, dan bahkan ada pameo bila hendak menjadi ahli sampah bermukimlah di kota besar.

Masalah sampah

Sampah menjadi persoalan atau problema adalah karena:

- Sampah menjadi tempat berkembangbiaknya rodent, serangga dan sebagainya. Rodent contohnya tikus, dan serangga contohnya lalat, kecoak, dan sebagainya. Hewan-hewan ini berperanan sebagai pembawa (carrier, vektor) untuk beberapa jenis penyakit.
- Sampah dapat menimbulkan pencemaran terhadap air, udara, dan tanah.
- Sampah menimbulkan problema sosial. Banyak orang mencari makan melalui sampah: mengorek-ngorek sampah untuk mendapatkan makanan memenuhi kelangsungan hidup, atau

- mencari nafkah sehari-hari dari sampah.
- Sampah dapat menimbulkan bahaya kebakaran.
 - Sampah termasuk bahan sumber pengganggu estetika. Gangguan dapat berasal dari bau, penampakannya, volumenya yang menggunung, dan bahkan dapat mengganggu arus lalu lintas.
 - Sampah dapat dijadikan ukuran 'public demand'. Standar hidup yang meningkat menghendaki cara pengolahan sampah yang meningkat pula. Jadi persoalan sampah akan menjadi konkuren dengan pengolahan sampah.

Kesemua problema di atas adalah tanggung jawab bersama; dan partisipasi masyarakat sangat diperlukan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan semua.

Sejarah penanggulangan sampah

Bagi masyarakat Mesir Kuno, mereka telah mengenal dan mengusahakan pembuangan dan pembakaran sampah.

Bahkan bagi suku-suku bangsa tertentu di Indonesia (misalnya, Tapanuli Utara), mereka memberikan sampah sebagai makanan untuk hewan piaraannya, yaitu babi.

Pada tahun 1930, pemberian makanan babi dengan sampah mulai diketahui dan dirasakan akibatnya, yaitu sampah sebagai faktor infeksi terhadap babi sehingga ternak babi mengalami infeksi oleh sejenis cacing nematoda (*Trichinella spiralis*). Semenjak itu ada keharusan untuk memasak daging babi dengan matang terhadap babi yang diberi makan dengan sampah sebelum dagingnya disantap.

Empat puluh abad yang lalu dikota Gnosus, ibukota kuno di pulau Kreta, Yunani telah dilakukan praktek 'composting' yaitu sampah dijadikan pupuk. Kitab Injil menielaskan pembuangan sampah dengan cara dikubur.

Abad ke-19 di Eropa telah dikenal adanya tanur atau tungku-tungku pembakar sampah. Telah dikenal cara-cara penghancuran sampah atau usaha-usaha untuk memperkecil volume sampah.

Di Indonesia, apa yang dimaksud dengan sampah secara harafiah belum dibagi-bagi atau diklasifikasikan, dan semua materi yang tidak berguna disebut sampah. Literatur Barat telah membedakan tentang sampah tersebut.

Pembagian sampah

Sampah secara umum adalah 'waste', yaitu segala benda yang tidak dipakai atau diinginkan lagi dan dibuang. Secara absolut materi sampah belum dapat dideterminir atau ditetapkan. Sama halnya dengan perkataan seks, apakah seks itu laki-laki atau perempuan, dan apa sebenarnya seks itu belum begitu jelas. Bermacam arti dapat dilahirkan oleh seks. Demikian juga halnya dengan sampah.

Sampah dapat dipisahkan atau dibedakan atas beberapa hal. Pertama, atas asalnya, yang selanjutnya akan menentukan kualitas atau isi sampah tersebut, yakni:

- Sampah perumahan,
- Sampah institusi,
- Sampah perdagangan atau pasar,
- Sampah industri,
- Sampah jalan raya,
- Sampah pembuangan,
- Sampah penggusuran atau pembongkaran,
- dan lain-lain.

Kedua, sampah dibedakan atas material dan kondisinya, yaitu:

- Sampah organik dan anorganik,
- Sampah dapat dibakar atau tidak,
- Sampah yang dapat membusuk atau tetap awet,

- dan lain-lain.

Ketiga, sampah berdasarkan jenis benda-benda yang terdapat didalamnya, seperti:

- *Garbage*, yaitu sampah kotoran dapur, rumah, hotel, restoran, pasar, dan lain-lain. Sebagian besar sampah ini mudah membusuk.
- *Rubbish*, yaitu sampah berisi benda-benda atau alat rumah tangga dan perdagangan yang telah dibuang, misalnya kaleng, kayu, kardus, gelas, kaca, dan lain-lain.
- *Ashes*, yaitu sampah berbentuk segala jenis abu.
- *Bangkai binatang (animals dead)*, yaitu sampah hewan mati, ayam, kucing, tikus, anjing, dan sebagainya.
- *Sampah khusus*, yaitu sampah dari bahan-bahan berbahaya dari rumahsakit (darah, pus/nanah, kain verband bekas, buangan orang sakit, dan sebagainya). Termasuk sampah khusus adalah bahan radioaktif dari instalasi nuklir, dan sampah-sampah lain misalnya dari laboratorium.
- *Night soils*, yaitu sampah berupa najis, air kencing yang ditaroh dalam kaleng, pots, kantong plastik, dan sebagainya.
- *Stable*, yaitu sampah hewan piaraan manusia berupa kotoran ternak/kandang, misalnya kuda, sapi, kerbau, kambing, ayam, domba, itik, dan sebagainya.
- *Street sweeping*, yaitu sampah jenis kotoran yang terdapat dijalan raya, misalnya kertas, debu, ranting pohon, dan sebagainya.

Pembagian sampah di atas penting, terutama dalam pengolahan atau menindak-lanjuti persoalan sampah yang meliputi: pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan sampah.

Garbage

Adalah sampah berupa sisa-sisa sayuran atau hewan sebagai hasil dari proses persiapan, pengolahan, penyediaan makanan. Secara kimiawi garbage umumnya terdiri dari bahan-bahan organik yang mudah membusuk. Garbage mempunyai kebasahan yang tinggi karena banyak mengandung cairan bebas berupa air, minyak dan sebagainya.

Garbage berasal dari sampah dapur, rumahmakan, toserba, pasar, tempat-tempat pengolahan makanan.

Sampah yang berasal dari proses pengalengan makanan, rumah potong, tempat-tempat pengepakan makanan tidaklah termasuk ke dalam garbage, akan tetapi termasuk ke dalam sampah industri. Sampah garbage pada dasarnya mudah membusuk terutama di daerah dengan iklim panas, dan proses pembusukan ini disertai dengan bau yang tidak sedap.

Garbage merupakan tempat berkembangbiaknya lalat, dan juga menjadi tempat bersarangnya tikus disebabkan sumber makanan bagi tikus tersebut cukup banyak tersedia.

Garbage dapat dipakai sebagai penyubur tanah, dan sekalian juga dapat diberikan sebagai makanan ternak sehingga garbage juga mempunyai nilai ekonomi.

Rubbish

Adalah sampah yang tergolong mudah dan tidak mudah terbakar. Golongan yang mudah terbakar adalah berbentuk kertas, kardus, kayu, papan, cabang atau ranting-ranting pohon, alat-alat rumahtangga bekas terbuat dari plastik, alat pembersih kebun yang tidak terpakai lagi dan lain-lain.

Golongan rubbish yang sukar terbakar adalah kaleng-kaleng bekas kemasan, logam, gelas atau kaca, dan lain-lain.

Ashes

Adalah sampah berupa residu sisa pembakaran waktu memasak, pemanasan, mau pun proses inceneration.

Sampah jalanan

Sampah ini umumnya berupa debu, kertas, kotoran hewan, daun-daunan, sisa-sisa bahan yang dibuang oleh sipemakai jalan raya.

Bangkai binatang

Sampah berupa bangkai binatang kecil, seperti kucing, anjing, ayam, dan lain-lain dapat berasal dari rumah-rumah, pinggir jalan, institusi penelitian, rumah sakit hewan, dan sebagainya. Tanggung jawab pembuangan atau pengolahan sampah ini adalah orang atau badan-badan dari mana sampah tersebut berasal. Pembuangan akhir sampah ini dapat dengan jalan dibakar atau dipendam dalam tanah, dan tidak dapat ditolerir apabila pembuangannya begitu saja pada sembarang tempat.

Bangkai hewan yang besar-besar seperti bangkai kuda, sapi, kerbau, dan lain-lain, pengurusan sepenuhnya adalah pada sipemilik hewan tersebut.

Bangkai Kendaraan

Bangkai kendaraan, seperti becak-becak yang diambil dijalanan sebagai hasil razia tertib lalu lintas pada awalnya ditumpuk pada satu tempat tertentu. Apabila sipemilik tidak menyelesaikan pengurusannya, maka tumpukan bangkai kendaraan ini menjadi sampah dan menjadi tanggung jawab kepolisian.

Di Amerika Serikat, apabila di pinggir jalanan ditemukan kendaraan dan sudah 24 jam lebih tidak jelas siapa pemilik kendaraan tersebut, maka petugas dapat menarik atau menderek kendaraan tersebut dan dianggap sebagai bangkai kendaraan yang dibuang ke tempat pembuangan khusus. Seandainya ada yang merasa memiliki kendaraan tersebut dan menanyakan kepada petugas, maka yang bersangkutan ditagih ongkos-ongkos pemindahan dan kendaraan tersebut tetap sebagai bangkai dan tidak boleh diambil.

Bongkaran, gusuran, puing-puing (demolition)

Bongkaran berasal dari bekas runtuhannya gedung-gedung yang digusur atau direnovasi. Hasil bongkaran dapat berupa batu, debu, pecahan kaca, besi-besi beton, logam-logam lain, dan sebagainya. Bahan bongkaran ini dapat digunakan sebagai bahan pengisi atau bahan urugan penimbun jalan atau tanah-tanah yang kerendahan. Pembuangan bahan ini adalah menjadi tanggung jawab atau beban dari perusahaan pembangunan.

Sampah industri

Sampah ini dapat berupa sisa-sisa bahan makanan yang terjadi akibat processing penyiapan bahan makanan untuk dijual dan bukan untuk konsumsi sendiri. Misalnya sisa dari pengalengan ikan (sardine), pembuatan tahu, tempe, kecap, dan lain-lain. Sampah industri dapat berupa rubbish, seperti lemak, olie, minyak, dan lain-lain.

Sampah industri yang secara sengaja dibuang ke sungai-sungai akhir-akhir ini telah semakin menjadi masalah. Sebenarnya secara teoritis sampah industri tidak begitu menjadi persoalan karena sampah dari industri adalah menjadi tanggung jawab industri yang bersangkutan. Namun bagi industri yang nakal tidak jarang sampahnya menjadi persoalan bagi masyarakat banyak.

Masalah yang cukup pelik juga adalah setelah hasil industri masuk ke dalam masyarakat dan dari atau akibat penggunaan dari masyarakat menjadi sampah. Misalnya masalah plastik bekas, potongan karet, detergen (alkil benzil sulfonat, ABS), dan lain-lain. Walaupun sampah ini sudah sampai ke laut, tapi tidak mudah atau segera terurai, sehingga menjadi bahan pencemar untuk sekitarnya. Tidak jarang ditepi-tepi pantai yang dijadikan tempat rekreasi ditemukan bahan-bahan karet lain seperti kondom bekas yang digunakan oleh masyarakat yang tidak bertanggung jawab.

Sampah khusus berbahaya

Sampah ini misalnya berasal dari bahan peledak, misalnya TNT. Dekat Maryland (USA), dulu banyak disimpan bahan-bahan peledak sisa-sisa perang Vietnam yang ditumpuk dan disimpan pada areal tertentu yang cukup memakan tempat sampai berhektar luasnya. Sewaktu-waktu bahan ini dapat berbahaya menimbulkan ledakan dan mengganggu masyarakat sekitarnya.

Sampah berbahaya lain adalah berupa asam atau basa kuat yang dapat mengiritasi kulit dan mukosa.

Sampah berbahaya berupa bahan radioaktif, sisa dari rumahsakit, sisa-sisa dari laboratorium mikrobiologi, laboratorium parasitologi, atau laboratorium patologi. Problemenya menjadi sangat serius dalam hal penampungan, pembuangan, dan lain-lain. Untuk itu diperlukan tindakan pengamanan (security), maupun surat-surat yang lengkap di mana dan ke mana bahan-bahan berbahaya tersebut ditempatkan.

Sampah pertanian, peternakan

Sampah dapat berbentuk kotoran binatang, sisa tanaman dan sebagainya. Apabila bahan sedikit mungkin dapat dibakar, dan apabila bahan sampah ini sangat banyak akan merupakan beban bagi pengusaha pertanian atau peternakan tersebut.

Sisa-sisa pengolahan air kotor

Bahan sampahnya biasanya berupa lumpur sebagai residu dari pengolahan air kotor. Bahan ini mungkin ada yang berbahaya dan mungkin tidak. Pengolahan air secara aerobik biasanya tidak begitu berbahaya, tidak berbau, dan kuman-kuman yang ada didalamnya sebagian besar dengan proses aerobik akan mati.

Bahan sisa atau residu pengolahan dapat dipakai sebagai humus, penutup jalan berlobang, atau mengisi lobang-lobang pada tanah (sanitary landfill).

Problema Utama dari Sampah

Problema sampah banyak kaitannya dengan aspek budaya atau ekonomi. Orang pada umumnya banyak atau mau membuang dan membuat sampah, akan tetapi mengatur atau mengelolanya banyak yang tidak mau. Hal ini sudah jelas menyangkut perilaku atau budaya masyarakat.

Membereskan masalah sampah adalah memerlukan biaya (ekonomi). Untuk menaksir biaya perlu data kuantitatif yang berhubungan dengan sampah ini. Data ini diperlukan untuk memperhitungkan cara pengumpulan dan pembuangan sampah. Sistem pembuangan yang digunakan, pemilihan alat-alat pengolahan, route pembuangan, serta personil yang dilibatkan, perlu diketahui. Dalam hal data kuantitatif sampah, tentu memerlukan ukuran atau unit tertentu pula. Di negara-negara Asia ukuran sampah biasanya dalam unit volume karena ukuran berat berat memerlukan timbangan khusus.

Sampah biasanya dibawa dengan truck dengan volume tertentu. Sedangkan sistem pembuangannya kebanyakan dengan sistem 'open dumping', yaitu membuangnya pada suatu tempat begitu saja.

Di Amerika Serikat atau negara maju lainnya, sampah diukur dengan unit berat, dan disesuaikan dengan tonage alat pengangkut sampah. Dengan demikian unit berat akan lebih akurat dalam penelitian dan pelaporan tentang sampah, apalagi pengolahan sampah bagi mereka menggunakan alat pembakar sampah (inceneration).

Unit volume hanya akan baik dalam pelaporan apabila pengolahan sampah menggunakan sistem pemadatan (compaction).

Bagi masyarakat tertentu karena kepercayaan tidak dibenarkan membuang sampah ke kali, karena air dianggap suci. Misalnya oleh masyarakat Bali. Anehnya berak atau defaekasi di kali

tidak dilarang.

PENGOLAHAN SAMPAH

Pengolahan sampah tergantung kepada banyak faktor, antara lain adalah sebagai berikut.

1. Sipat 'community' penghasil sampah. Apakah sampah ini berasal dari lingkungan perumahan, industri, pasar atau perdagangan, tourist. Di daerah yang banyak dikunjungi tourist jenis sampahnya berupa karet, kaleng, karet gelang, sampai kepada kondom, dan lain-lainnya.
2. Ekonomi. Di daerah 'slum', ujud sampah berupa kaleng-kaleng jarang ditemukan; dan kaleng banyak ditemukan di daerah elite. Di samping kaleng, sampah di daerah elite berupa plastik, kardus, dan lain-lain.
3. Ethnik atau kebiasaan penduduk. Di Amerika Serikat, sampah yang dihasilkan penduduk relatif kering, berbentuk bahan plastik atau kardus. Berbeda dengan di Jepang, di mana sampah-sampah mereka banyak basah mendekati sampah-sampah di Indonesia.
4. Musim. Di Indonesia dikenal dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau (panas). Atas dasar ini sampah juga berbeda.
5. Administrasi atau pengaturan. Ini adalah menyangkut frekuensi pengumpulan sampah. Apabila waktu pengumpulannya jarang, berarti sampah yang terkumpul relatif sedikit. Kemungkinan lain penduduk melakukan pembuangan secara sendiri-sendiri, sebab karena administrasi tidak baik tidak jarang bak sampah yang tersedia telah penuh kurang diurus dan frekuensi pemungutan sampah oleh petugas jarang dilakukan.
5. Tersedia atau tidaknya bak sampah yang mencukupi.
6. Tingkat pertumbuhan penduduk.
7. Perbaikan tingkat ekonomi masyarakat. Makin baik ekonomi

masyarakat, maka sampah yang dibuatnya bervariasi dan volume sampah juga meningkat.

Pengelolaan sampah

Pengelolaan sampah dapat dibedakan atas beberapa tahap sebagai berikut.

- a. Pengumpulan sampah,
- b. Pengangkutan sampah,
- c. Pembuangan sampah.

Masing-masing tahap di atas mempunyai titik kritis, dan apabila satu tahap terganggu, maka akan berakibat kepada sistem yang lain.

a. Pengumpulan sampah

Pada tahap pengumpulan yang diperlukan adalah penyapuan pada suatu tempat dan penampungan pada bak-bak sampah. Yang perlu jadi perhatian pada tahap ini adalah:

- 1). Aturan atau tata cara menempatkan sampah perlu diketahui masyarakat. Apabila ada aturan tentu perlu diikuti sanksi. Agar aturan atau hukum ditaati, perlu disediakan fasilitas yang memadai. Dalam hal ini atensi para petugas sangat diperlukan. Apabila ada aturan yang jelas, didukung oleh fasilitas yang diperlukan; maka persuasi masyarakat tidak begitu lagi diperlukan.
- 2). Permintaan untuk pemisahan. Dalam hal ini dijelaskan kepada masyarakat untuk tidak mencampuradukan sampah-sampahnya, misalnya sampah bangkai hewan dicampur saja dengan sampah yang lain.
Di negara maju, Amerika Serikat misalnya, apabila dalam bak sampah tercampur dengan bangkai atau ada potongan

pohon yang besar-besar dalam tempat sampah; maka para petugas mogok tidak mau mengangkat sampah dalam bak tersebut.

- 3). Penetapan penempatan bak sampah. Apabila bak sampah terlalu berjauhan, maka tidak akan berhasil peraturan tentang pembuangan sampah. Untuk itu peraturan perlu dilengkapi dengan sarana yang cukup. Secara teori memang persuasi lebih baik dari peraturan, akan tetapi kenyataan dilapangan peraturan lebih efektif.
- 4). Ada tugas individu dan tugas kelompok. Dalam hal mengangkat dan mengangkut sampah dari bak sampah perlu aturan tersendiri.

Di Amerika Serikat, aturan dari petugas sampah adalah sampah dikemas dalam kemasan maksimal 75 lbs (40 kg). Apabila dalam bak sampah ada kemasan sampah yang lebih berat, maka petugas tidak mengangkatnya. Karena biaya angkat dan angkut sangat mahal, maka aturan-aturan tentang sampah ini perlu dipahami masyarakat. Bak-bak sampah mereka harus dapat ditarik atau dipikul.

Mengosongkan tempat sampah sekosong-kosongnya saat dikumpulkan ke alat angkut juga perlu. Di USA juga berlaku ketentuan bahwa tukang sampah tidak boleh memasukkan tangannya ke dalam bak sampah untuk mengosongkan bak. Apabila bak tidak kosong itu pertanda kesalahan ibu-ibu rumahtangga karena sampah tidak dikemas dengan baik. Kemasan yang baik, sampah mudah lepas dari bak tempat sampah.

Di Hawaii, ada keharusan sampah itu harus dibungkus dalam kantong plastik. Sampah yang tidak dibungkus tidak akan diangkat oleh petugas. Sampah ditempatkan pada alat pengangkut sampah dan pekerjaan ini dilakukan oleh petugas sampah secara berkelompok.

b. Pengangkutan sampah

Dalam pengangkutan sampah yang perlu pula diperhatikan adalah kesesuaian lebar jalan dengan besarnya alat angkut sampah. Hal ini dimaksudkan jangan sampai mengganggu arus lalu lintas. Di samping itu perlu antisipasi waktu berkaitan dengan kesibukan lalu lintas.

Di Jepang, sampah diangkut pada jam 4 pagi. Mobil sampah berjalan pelan-pelan diiringi dengan bunyi musik khas sebagai tanda bagi ibu-ibu rumah tangga untuk segera menempatkan sampahnya agar mudah diambil dan dikumpulkan. Pada jam 11-12 malam biasanya kegiatan petugas adalah mencuci jalan.

Dalam pengangkutan sampah dibedakan sistem langsung atau sistem pemindahan sementara (transfer station). Pada sistem transfer, sampah-sampah dikumpulkan pada satu tempat untuk sementara, dan baru diangkat ke tempat lain yang lebih luas tempatnya. Tempat transfer biasanya dipilih daerah kritis, bebas dari air hujan, bebas dari bising, bebas debu, dan daerah tersebut saniter. Dengan mobil atau alat angkut kecil sampah-sampah dibawa ke tempat penampungan sementara. Selanjutnya dari tempat penampungan sementara dengan mobil yang besar dibawa ke tempat terminal sampah sesungguhnya. Di tempat penampungan sudah tersedia alat besar untuk memuat ke alat angkut yang besar.

Sistem transfer station memerlukan biaya besar, antara lain untuk lokasi penampungan, bangunan, biaya maintenance, dan biaya operasi. Pada sistem ini terdapat biaya tidak produktif (unproductive cost), yaitu sampah yang dibawa belum dan tidak mempunyai nilai atau tidak menghasilkan apa-apa. Biaya semakin besar karena biaya pembongkaran, sebab sampah belum sampai di terminal.

Pengangkutan secara langsung, memerlukan biaya tenaga kerja (upah) bagi sopir dan dua pembantu (crew). Biaya lain adalah biaya peralatan (transport), maintenance, olie dan bahan bakar. Daya angkut tergantung kepada kapasitas alat angkut. Sistem ini tidak memerlukan biaya tak produktif (unproductive cost). Pengangkutan sampah sistem langsung ini, pada awalnya biaya pekerja cukup rendah karena jarak yang ditempuh juga dekat, dan sampah langsung dapat diangkut sekali gus dari rumah-rumahtangga sampai ke terminal sampah. Demikian juga biaya peralatan pada awalnya juga murah atau sedikit.

Akan tetapi perkembangan penduduk (kota), biaya operasional semakin besar berbanding lurus dengan waktu. Makin jauh tempat terminal sampah, makin besar biaya yang dikeluarkan. Pada sistem transfer station, peningkatan biaya angkutan tidak begitu tajam akan tetapi biaya tidak produktif selalu ada. Untukantisipasi biaya, apabila pembuangan terminal cukup jauh, maka sistem transfer akan lebih baik. Sebaliknya apabila tempat terminal sampah dekat, maka dengan sistem langsung akan lebih baik.

c. Pembuangan sampah

Banyak cara pembuangan sampah yang dilakukan oleh masyarakat. Dan masing-masing itu tentu memiliki keuntungan dan kerugian. Pembuangan sampah, yang populer dilakukan oleh masyarakat adalah:

- 1) pembuangan ke dalam permukaan air (surface water dumping),
- 2) pembuangan sampah di laut (sea dumping),
- 3) ditumpuk di suatu daerah terbuka (open land dumping),
- 4) composting,
- 5) sanitary landfill (pengisian tanah secara saniter),
- 6) inceneration (pembakaran).

1) Pembuangan ke dalam permukaan air (surface water dumping)

Cara pembuangan sampah ke dalam kali atau danau adalah merupakan cara yang kurang baik; tetapi justru cara ini yang paling sering digunakan penduduk. Kerugian cara ini adalah: air permukaan menjadi tercemar dan membahayakan bagi para pemakai air itu bagi kehidupan sehari-hari. Apabila dibuang ke danau maka pencemaran akan membahayakan bagi orang-orang yang lagi berekreasi di sana. Di samping itu kali dan danau akan cepat mengalami pendangkalan, penyumbatan, sehingga membahayakan bagi sumber daya hayati yang terdapat dalam air tersebut. Karena untuk proses pembusukan sampah, maka oksigen di dalam air akan terpakai sehingga sumber daya hayati dalam air tadi akan mati kekurangan oksigen.

2) Pembuangan sampah di laut (sea dumping)

Cara ini merupakan cara yang cukup baik kalau sampah yang dibuang itu seluruhnya dapat diuraikan secara alamiah dan sampah tersebut tidak mengandung racun atau menghasilkan racun setelah akibat proses penguraian organik.

3) Ditumpuk di satu daerah terbuka (open land dumping)

Cara ini walau berbahaya termasuk cara yang umum di pakai penduduk. Cara ini murah, dan cukup baik untuk jenis sampah yang tidak membusuk (rubbish, ashes, street sweeping). Yang penting asal memenuhi syarat-syarat, yaitu letak daerah pembuangan cukup jauh dari pemukiman penduduk.

4) Composting

Tujuan composting adalah mereduksi volume sampah yang dikumpulkan, sambil mendapatkan manfaat dari sampah sebagai kompos. Kompos adalah materi humus yang bersipat sebagai pupuk, tetapi masih di bawah kualitas pupuk

buatan. Kompos baik sebagai penyubur tanah (soil conditioner) sehingga tanah tidak menjadi liat. Tanah menjadi poreus, retensi air menjadi lebih baik, dan karenanya baik pula untuk menahan banjir. Di samping itu kompos akan mereduksi pula penghanyutan pupuk, sehingga tanah yang menahan pupuk menyebabkan aktifitas biologis menjadi semakin baik.

Dari sudut pembuangan sampah, sistem kompos kurang membantu dalam memecahkan masalah sampah. Sebab, reduksi sampah yang terjadi hanya sedikit, yaitu hanya memperkecil volume sampah sampai 60-75%. Akan tetapi dengan sistem kompos sipat-sipat bahan baku sampah telah berubah. Dari segi mekanisme persampahan yang terjadi baru perubahan sumber sampah, yaitu 'urban setting' beralih ke produk akhir yaitu 'rural setting' (daerah pertanian). Kendala yang dialami adalah problema transportasi (pengangkutan sampah).

Pembuatan kompos melalui dekomposisi biologis materi organik. Dari dekomposisi ini yang diharapkan adalah dekomposisi tidak lengkap, di mana masih terdapat materi organik yang kaya dengan nutrient N,P,K sedangkan bakteri patogen dan hama-hama tumbuhan diharapkan telah terbunuh. Perlu diperhatikan dalam kompos itu adalah rasio C/N. Kompos yang efektif mempunyai rasio C/N sekitar 20-80. Kompos yang banyak mengandung C, rasionya mendekati 80; artinya proses pembentukan kompos berjalan lambat. Proses pembentukan kompos melalui proses biologis secara aerobik (membutuhkan O₂) dan anaerobik (tanpa O₂). Di samping itu juga melalui bantuan bakteri termofilik atau mesofilik. Proses dekomposisi yang baik adalah secara termofilik aerobik. Biasanya sampah yang teronggok pada bagian tengahnya mempunyai suhu tinggi mendekati titik

bakar atau lebih 100 derajat C. Makanya sampah yang ditumpuk sewaktu-waktu dapat terbakar sendiri apalagi bila banyak pula O₂ di sekitar.

Pembuatan kompos akan lebih baik dengan cara membalik-balik sampah dengan cara mekanis.

5) Sanitary landfill

Pembuangan dengan metode sanitary landfill sering dijadikan cara terakhir dalam pembuangan sampah. Keuntungan dari metode ini adalah:

- a) dari segi kesehatan masyarakat, cara ini lebih disukai banyak orang karena bersih (saniter), bebas dari bau, bebas dari air-air sampah, bebas asap, bebas dari bahaya api, lalat, tikus, dan sebagainya;
- b) sangat fleksibel dalam menerima bahan baku, dan pada beberapa tempat dapat menerima bahan-bahan berbahaya seperti bahan dari rumahsakit, dari reaktor atom, dan lain-lain;
- c) penggunaan tanah (reklamasi) dapat direncanakan. Untuk beberapa tempat sanitary landfill merupakan cara yang paling murah. Sekali memilih ini dapat bertahan untuk beberapa puluh tahun. Tempatnya dapat dekat atau jauh dari masyarakat tergantung dari kebutuhan masyarakat itu sendiri.

Persiapan-persiapan untuk sanitary landfill, adalah dengan memperhatikan:

- i) tempat (lokasi) pembuangan, dan perubahan produksi sampah, yaitu menyangkut banyaknya sampah yang akan dimasukan.
- ii) topografi, yaitu sipat tanah, aliran air, tinggi tanah setelah landfill selesai, dan penggunaan tanah sesudah itu: misalnya untuk tempat parkir, perumahan, taman,

dan lain-lain.

- iii) berhubungan dengan meteorologi, diperhatikan curah hujan, aliran air, arah angin, dan lain-lain.
- iv) tanah bahan penutup yaitu menyangkut lokasi pengambilan, cara pengambilan, pengangkutan. Bahan ini dibutuhkan sangat banyak (puluhan ton) dan ini akan menambah biaya atau ongkos sampai 50%. Sifat tanah penutup dari tanah liat baik untuk penutup dan mencegah rembesan air, tapi jeleknya tanah mudah retak-retak dan menjadi sarang/tempat tikus. Kalau tanah pasir, air mudah merembes, tidak mudah retak, tidak bersarang tikus, kurang kompak. Sebaiknya tanah penutup adalah campuran tanah liat dan pasir.
- v) jauh dekatnya dari perumahan/daerah perindustrian.
- vi) jauh dekatnya dari jalan, dan ini menyangkut juga peralatan transport/perhubungan lainnya.

BAB 9

KESEHATAN LINGKUNGAN

Pendahuluan

Adanya hubungan antara kesehatan dan lingkungan hidup telah lama diketahui. GORDON (1950), menyebutkan bahwa sehat atau tidaknya seseorang tergantung dari ada atau tidaknya suatu proses dinamis timbal balik antara lingkungan (environment), penjamu (host, hospes), dan bibit penyakit (agent). BLUME (1974), menyimpulkan bahwa kesehatan seseorang amat dipengaruhi oleh lingkungan (environment), tingkah laku (behavior), pelayanan kesehatan (health care service), dan keturunan (heredity).

Pengertian lingkungan hidup menjadi semakin kabur atau sukar apabila tidak diberi batasan; karena lingkungan hidup manusia itu sangat luas meliputi seluruh alam jagad semesta. Oleh karena terlalu luas itu, sering pula sukar dijangkau oleh alam pikiran. Secara kenyataan menjadi lebih sukar lagi bagaimana memahami kaitan antara kesehatan manusia dengan lingkungan hidup itu.

Untuk menyederhanakan masalah, maka perlu dibuat batasan mengenai lingkungan hidup manusia itu untuk dapat dipakai sebagai pedoman dalam menguraikan lebih lanjut dalam kaitannya dengan kesehatan.

Badan Kesehatan Sedunia (World Health Organization; WHO), memberikan kerangka acuan tentang faktor-faktor yang ada dalam lingkungan hidup serta kaitannya dengan kesehatan manusia secara umum. Dari kerangka acuan itu tersimpul bahwa: Lingkungan hidup manusia berupa pengaruh luar yang bersipat

alami (physical), kimiawi (chemical), biologik (biological), dan sosial (social), yang berpengaruh nyata dan berarti terhadap kesehatan dan kesejahteraan seseorang atau kelompok masyarakat.

Bertolak dari ketentuan WHO, dan memperhatikan unsur-unsur yang terdapat dalam ketentuan tersebut, maka akan dapat dijabarkan lebih lanjut kaitan antara kesehatan manusia di satu pihak dengan unsur-unsur lingkungan alami, kimiawi, biologik dan sosial dipihak lain. Penjabaran yang lebih dalam tentu akan membawa kita ke arah identifikasi penyebab yang berkaitan erat dengan lingkungan hidup.

Barangkali bukan itu pula yang menjadi tujuan tulisan ini, akan tetapi hanya mencoba mengenal secara umum keterkaitan faktor lingkungan dengan kesehatan.

Masalah kesehatan dan faktor lingkungan

Timbulnya masalah kesehatan karena faktor lingkungan pada dasarnya disebabkan oleh tiga hal pokok, yakni sebagai berikut.

Pertama, berpangkal dari ketidaktahuan manusia. Kejadian ini banyak ditemui di negara-negara yang sedang berkembang. Sebabnya adalah masih belum sempurnanya tingkat pengetahuan dan pendidikan, terutama dalam bidang kesehatan.

Kedua, secara alami terdapat lingkungan atau keadaan lingkungan itu sendiri yang belum menguntungkan untuk kesehatan. Misalnya, daerah tersebut banyak rawa-rawa, semak-semak, hutan yang lebat, daerah terlalu tandus atau kritis, dan lain-lain. Kondisi demikian dapat menjadi habitat atau sarang dan tempat bagi penyakit-penyakit tertentu.

Ketiga, kecerobohan manusia. Di negara-negara berkembang banyak kejadian ini ditemui karena penggunaan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) yang tidak bertanggung jawab. Misalnya: menggunakan bahan insektisida atau pestisida tidak menurut aturan yang ditentukan sehingga menimbulkan bahaya polusi. Pembuangan limbah hasil teknologi yang tidak pada tempatnya, dan banyak contoh lain.

Mengingat pentingnya masalah kesehatan lingkungan itu, banyak negara di dunia mempunyai program khusus untuk lingkungan, termasuk negara kita yang mempunyai program juga untuk itu.

Sejarah Perkembangan

Usaha Kesehatan Lingkungan, sebenarnya adalah salah satu usaha kesehatan yang tertua di dunia. Tiga ribu tahun sebelum Masehi (3.000 SM), bangsa Minos, Kreta, Mesir, dan Yahudi telah melaksanakan usaha kesehatan lingkungan. Bahkan bangsa Yahudi telah mempunyai peraturan tertulis lengkap dalam sebuah buku berjudul 'Levitikus'. Untuk mencegah penyakit tertentu, telah ada usaha-usaha mereka: misalnya mengadakan sistem pengasingan (isolasi) bagi penderita penyakit kusta. Membakar rumah atau meninggalkan kampung yang dianggap menimbulkan penyakit, misalnya terhadap penyakit pes yang berbahaya dan banyak membawa korban. Orang-orang Yahudi telah mengenal praktek kebersihan individu untuk mencegah penyakit.

Orang-orang Romawi telah mengenal sistem saluran air (riolering), tata kota, dan sebagainya; karena pada masa itu mereka telah mulai hidup berkelompok membentuk kota-kota. Mereka telah melakukan perbaikan sanitasi, dan menjaga kebersihan serta lebih memperhatikannya terutama pada tempat-tempat ibadah.

Adanya 'revolusi industri', berkat penemuan mesin-mesin uap di Inggris dan Eropa Barat; akses negatif terhadap lingkungan terutama di tempat-tempat kerja mulai menjadi perhatian. Mereka sadar dan dengan sendirinya berkembang pula kesehatan kerja (occupational health).

Pada tahun 1854 JOHN SNOW berhasil membuktikan adanya hubungan antara penyakit kholera dengan air minum yang kotor atau tercemar; pada hal kuman kholera sendiri baru dikenal beberapa tahun kemudian yaitu tahun 1883 oleh ROBERT KOCH. Berkat penemuan ini usaha kesehatan lingkungan semakin penting adanya.

Di negara-negara berkembang masalah kesehatan lingkungan lebih banyak bersumber dari ketidaktahuan masyarakat. Berbeda dengan di negara-negara maju, masalah kesehatan lingkungan bersumber dari ketidakcermatan memanfaatkan kemajuan iptek. Masalah kesehatan lingkungan pada akhir-akhir ini menjadi salah satu topik yang banyak disoroti mengingat pengaruh teknologi dan pencemaran lingkungan sebagai akibatnya.

Di Indonesia, usaha kesehatan lingkungan telah diperkenalkan semenjak tahun 1882, yaitu keluarnya undang-undang tentang higiene. Pada tahun 1911 undang-undang tersebut semakin disempurnakan dalam memberikan perhatian terhadap kesehatan lingkungan. Sayangnya pada waktu itu belum banyak menyentuh kepentingan rakyat, baru terbatas bagi kepentingan penjajah Belanda.

Pada tahun 1924 atas biaya Rockefeller Foundation, pemerintah Hindia Belanda memanfaatkan konsultan bangsa Amerika untuk memulai usaha kesehatan lingkungan yang lebih berorientasi kepada masyarakat banyak. Atas prakarsa DR.J.L.HYDRICK yang

waktu itu tinggal di Indonesia sampai datangnya pendudukan Jepang, telah diperkenalkan program 'rural hygiene work' dengan membuka beberapa daerah percontohan, seperti di Banyuangi dan Kebumen.

Mulai masa pendudukan Jepang sampai masa awal kemerdekaan tidak banyak dilakukan usaha kesehatan lingkungan. Dan baru digalakkan kembali pada tahun 1956. Pada tahun tersebut usaha kesehatan lingkungan digabungkan dengan kegiatan pengobatan, dan percontohan itu diperkenalkan di Bekasi dan daerah Pasar Minggu, Jakarta. Proyek ini waktu itu adalah dalam rangka mencari model penerapan kesehatan lingkungan di tanah air. Tahun 1959, bulan Nopember tanggal 12 dicanangkan program pembasmian penyakit malaria (KOPEM; Komando Operasi Pemberantasan Malaria) melalui perhatian terhadap kebersihan lingkungan hidup. Penyakit malaria menjadi masalah besar sehubungan dengan lingkungan yang kurang bersih atau terurus. Sampai kini tanggal 12 Nopember dijadikan Hari Peringatan Nasional yaitu sebagai Hari Kesehatan Nasional.

Tahun 1968, usaha kesehatan lingkungan dijadikan salah satu usaha kesehatan pokok yang menjadi bagian dari tugas Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas). Dalam rangka mempercepat program usaha kesehatan lingkungan ini, tahun 1974 lahir program khusus dengan nama Program Sarana Air Minum dan Jamban Keluarga (Samijaga), di mana pemerintah memberi bantuan perangsang kepada masyarakat untuk membangun sarana atau sumber air minum sehat serta jamban bagi keluarga yang membutuhkan.

Ruang lingkup kesehatan lingkungan

Badan Kesehatan Sedunia (WHO), pada tahun 1972 menetapkan

sekurang-kurangnya ada 17 macam kegiatan yang termasuk ke dalam kesehatan lingkungan. Akan tetapi di Indonesia tidaklah semua kegiatan lingkungan yang direkomendasikan oleh WHO itu dapat dilaksanakan dan menjadi tanggung jawab departemen kesehatan dilapangan.

Kegiatan kesehatan lingkungan yang dikemukakan oleh WHO itu adalah sebagai berikut.

1. Pencemaran udara
2. Sanitasi makanan
3. Penyediaan air
4. Pengolahan air kotor
5. Pengolahan sampah
6. Perumahan
7. Higiene industri dan toksikologi
8. Pengendalian serangga, tikus dan parasit
9. Sanitasi tempat-tempat umum
10. Pencemaran suara
11. Pencegahan kecelakaan
12. Pengendalian radiasi
13. Kesehatan kerja dan ruang angkasa
14. Pengawasan penyakit melalui hewan dan tanaman
15. Bencana alam
16. Pengawasan pestisida
17. Perencanaan kota.

Disesuaikan dengan masalah dan urgensi serta kemampuan yang dimiliki, maka oleh departemen kesehatan Indonesia ada 7 macam hal kesehatan lingkungan yang diprioritaskan yakni:

1. Masalah penyediaan air minum yang bersih.
2. Masalah pengaturan sampah, termasuk didalamnya masalah air limbah dan tinja.
3. Masalah kebersihan makanan dan minuman.
4. Masalah perumahan dan bangunan, termasuk bangunan dan atau

tempat umum.

5. Masalah pengawasan binatang serangga dan binatang pengerat.
6. Masalah pencemaran terhadap air, tanah, dan udara.
7. Masalah kesehatan dalam perusahaan atau industri.

Pengaruh Lingkungan bagi Manusia

Lingkungan bagi manusia dapat berefek terhadap kesehatan, terhadap estetika, kenikmatan, efisiensi, dan terhadap keseimbangan ekologi serta sumber daya alam.

Lingkungan terhadap Kesehatan

Konsep 'sehat-sakit', menurut John Gordon dan Donald Augustin adalah melalui pengaruh banyak faktor. Faktor tersebut adalah penjamu (host, hospes), sumber atau penyebab penyakit (agent), dan lingkungan (environment). Semua faktor berada dalam kondisi hubungan pengaruh timbal balik, dan selalu berusaha mencapai keadaan kesetimbangan. Kesetimbangan itu, seperti halnya sebuah neraca, pada masing-masing lengan neraca ada faktor host (H) dan faktor agent (A). Kesetimbangan bertumpu pada titik setimbang yaitu faktor environment (E). Dalam posisi setimbang baik H, mau pun A tidak dirugikan dan tidak terjadi apa-apa. Pada keadaan ini antara A dan H terdapat kehidupan komensalisme atau hidup damai berdampingan. Pada kondisi tidak sakit, faktor H, A, dan E berada dalam kesetimbangan.

Apabila terjadi gangguan kesetimbangan mungkin terjadi dua kemungkinan. Pertama, seseorang akan menjadi sakit apabila terdapat gangguan kesetimbangan yang menguntungkan bagi A, merugikan terhadap H. Dalam hal ini terjadi kehidupan parasitisme, yaitu terjadi penyakit bagi H. Kedua, adalah kesetimbangan yang berubah ke arah yang menguntungkan H (manusia) dan merugikan bagi A. Dalam hal gangguan

kesetimbangan yang begini tidak terjadi penyakit, dan pada keadaan ini daya tahan tubuh H meningkat.

Keadaan lingkungan (E) sendiri sangat berpengaruh ke arah mana kesetimbangan akan bergeser. Dari itu semua orang berkewajiban untuk menciptakan keadaan lingkungan sedemikian rupa, sehingga tidak sampai gangguan kesetimbangan H,A, dan E merugikan manusia; dan diharapkan sedapat mungkin berusaha menggeser kesetimbangan ke arah yang menguntungkan bagi manusia.

Pengaruh lingkungan terhadap munculnya penyakit

Pengaruh ini dapat segera; dan dapat juga secara lambat laun yaitu lama-lama menjadi kumulatif. Pengaruh lingkungan yang tidak baik serta berkepanjangan akan mempengaruhi konstitusi tubuh H, atau potensi keparasitan A menjadi semakin potensial dan semakin kebal. Konstitusi tubuh (H) yang terganggu dan atau potensi A yang meningkat akan memudahkan penyakit-penyakit lain muncul pula secara berbarengan. Dalam hal ini lingkungan dalam waktu yang cukup lama telah dapat mempengaruhi atau mengganggu kesetimbangan H, A, dan E, di mana dalam hal ini telah terjadi 'long term effect of environment' yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan sehingga dapat terjadinya penyakit.

Lingkungan menjadi faktor pemudah (predisposing factor), yaitu lingkungan memudahkan untuk timbulnya penyakit. Misalnya lingkungan dengan udara penuh dengan debu (polusi) atau terlalu lembab miskin oksigen, akan memudahkan penyebaran penyakit paru-paru.

Lingkungan yang tidak cocok (acceptable) dapat langsung sebagai penyebab penyakit. Pada penyakit-penyakit akibat kerja hal ini banyak dijumpai. Misalnya ukuran alat-alat untuk bekerja tidak sesuai dengan pekerja, sehingga mudah

terjadi kecelakaan (terjadi penyakit). Kondisi lingkungan kerja yang tidak baik; misalnya terlalu gelap, terlalu bising, penuh dengan debu atau asap yang tidak baik bagi kesehatan. Keadaan demikian dapat menimbulkan penyakit pada pekerja. Lingkungan yang kurang menguntungkan ini menjadi pangkal terjadinya penyakit; dan dalam hal ini, lingkungan dikatakan sebagai 'underlying factor'.

Lingkungan dapat pula mempengaruhi penyebaran (transmisi, desiminasi) penyakit. Misalnya, air minum yang tidak saniter dapat menyebabkan penyakit perut (tifus, enteritis, gastro-enteritis, kholera, disentri, dan lain-lain), penyakit poliomyelitis, penyakit kuning, penyakit kulit, dan lain-lain. Dalam hal ini lingkungan disebut sebagai 'precipitating factor', pencetus dalam timbulnya penyakit.

Lingkungan mempengaruhi perjalanan penyakit. Misalnya, penderita penyakit jantung berada dalam lingkungan panas yang tinggi, maka penyakitnya dapat kumat atau bertambah berat. Demikian juga penderita penyakit paru-paru apabila berada dalam lingkungan dengan udara yang tidak nyaman (panas, lembab, debu dan asap yang banyak, ventilasi yang tidak baik, miskin oksigen, dan lain-lain) penyakitnya akan semakin berat. Lingkungan dalam hal ini bertindak sebagai 'contributing factor', lingkungan menunjang atau menambah terjadinya penyakit.

Pengaruh lingkungan terhadap estetika, dan kenyamanan

Lingkungan juga mempengaruhi estetika, kenyamanan, kenikmatan, dan efisiensi. Lingkungan mengganggu pancaindera, yakni: mengganggu penglihatan, penciuman, pendengaran, rasa atau pengecap. Pencemaran terhadap air, udara, atau banyaknya sampah-sampah berterbangan; akan mengganggu kenyamanan dan kenikmatan dalam melihat, bau, warna, bunyi yang bising, atau

waktu menghirup udara yang tak segar, dan sebagainya. Apabila dalam bekerja, kita berada dalam ruang yang tidak bersih dan tidak nyaman, atau memakai alat-alat dengan ukuran yang tidak cocok, dapat mempengaruhi efisiensi kerja. Dan lingkungan demikian menjadi perhatian dalam lapangan kesehatan kerja (occupational health), dan hal ini adalah menyangkut bidang ergonomik yang cukup berkembang sekarang. Banyaknya polusi, ada kaitan dengan pendidikan dan budaya masyarakat.

Pengaruh lingkungan terhadap keseimbangan ekologi dan sumber daya alam

Seperti dimaklumi, lingkungan itu ada lingkungan alami dan lingkungan buatan (campur tangan manusia, pengaruh teknologi). Lingkungan dapat berwujud substansi (materi biotis dan abiotis. Atau lingkungan berupa sumber daya manusia (SDM) dan sumber non manusia (SDA). Kedua sumber (SDM dan SDA) oleh teknologi menghasilkan barang-barang dan jasa dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk mencapai kesejahteraan manusia (kesra). Barang akan memproduksi sampah yang dapat pula mempengaruhi kesejahteraan manusia (kesra) atau pun lingkungan. Demikian juga kesejahteraan manusia (kesra) akan berpengaruh balik terhadap lingkungan yang dapat secara positif mau pun negatif sebagai akibat eksploitasi berlebihan oleh manusia.

Lingkungan dan Penyakit

Lingkungan fisik, kimia, biologik yang erat hubungannya dengan tingginya angka kesakitan penyakit menular di Indonesia adalah sebagai berikut.

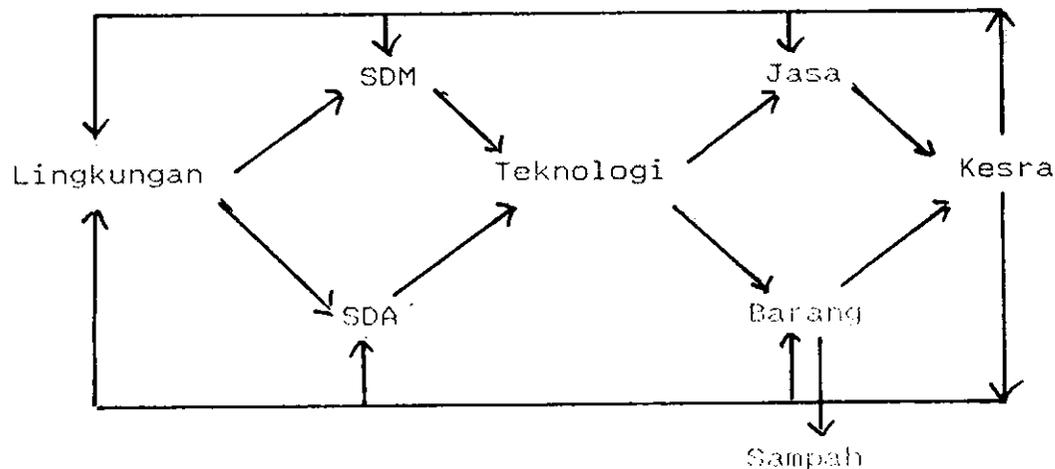
- Iklim tropik yang memungkinkan berkembangbiaknya bakteri, virus, dan parasit-parasit lain.
- Ada dan banyaknya tempat-tempat pembiakan alami di sekitar

daerah pemukiman.

- Masih banyak atau adanya sumber-sumber penularan.
- Adanya kondisi, kebiasaan penduduk yang memungkinkan terjadinya tempat pembiakan (perindukan).
- Masalah air bersih, pembuangan kotoran yang dari segi sanitasi masih jelek.
- Pencemaran lingkungan yang telah mulai terasa dan merambah kesekitarnya berasal dari pusat-pusat industri.

Dalam hal lingkungan sosial budaya, yang menonjol adalah masalah 'kemiskinan' yang dinyatakan dengan :

- Rendahnya tingkat pendidikan,
- Rendahnya penghasilan atau pendapatan per kapita.
- Rendahnya konsumsi per kapita, sehingga akan menyangkut dengan masalah gizi, kesehatan, mau pun sanitasi.
- Adanya faktor-faktor tradisi, nilai sosial-budaya yang menghambat usaha menggerakkan potensi masyarakat dalam pembangunan kesehatan.
- Di samping itu masih belum terbina baik sistem kerjasama dengan semua pihak.



Bagan: Hubungan antara Lingkungan - Teknologi - Pencemaran dan Kesejahteraan Manusia.

LINGKUNGAN SEHAT

Fithrahnya manusia, tidak ada yang menginginkan sakit, bahkan ingin tetap sehat seterusnya. Sehat atau kesehatan adalah modal dasar untuk berlangsungnya kehidupan. Sesuatu baru akan bermakna apabila badan dalam kondisi atau keadaan sehat. Betapapun enakny suatu makanan, kalau badan lagi sakit tidak ada selera untuk memakannya. Betapapun bagusny pakaian, tetapi badan lagi tidak sehat tidaklah nyaman untuk dipakai. Dan banyak lagi hal yang bagi orang sehat bermakna, tetapi bagi sisakit tidak ada gunanya. Pendek kata kesehatan adalah suatu nikmat yang perlu disyukuri.

Penyebab Penyakit

Untuk memahami lebih jauh perlu diketahui berbagai penyebab penyakit. Penyebab penyakit itu pada garis besarnya disebabkan atas beberapa hal sebagai berikut.

1. Turunan, bakat, atau dari sononya sudah demikian. Jadi dalam hal ini telah ada potensi yang dipunyai untuk mendapatkan sakit. Secara pesimis sering dilontarkan, ya.. sudah nasib untuk menderita suatu penyakit. Secara ilmiah namanya ada faktor turunan atau heriditer pada yang bersangkutan.
2. Terbatasnya sarana dan prasarana kesehatan. Dalam hal ini menyangkut gedung serta kelengkapan ruang pelayanan kesehatan, peralatan medis, obat-obatan, ketenagaan atau petugas kesehatan. Termasuk juga lokasi, jauh dekatnya sarana dan prasarana dari pemukiman penduduk, dan lain-lain. Dalam hal petugas kesehatan ada beberapa jenis tenaga misalnya, tenaga medis (dokter, perawat, bidan, ahli obat, dan lain-lain): dukun, tabib, shinse, bengkong.

dan petugas-petugas lain yang terkait dalam pengurusan kesehatan masyarakat.

3. Perilaku atau tingkah laku, baik sebagai individu atau masyarakat. Banyak kebiasaan-kebiasaan yang kurang menguntungkan bagi kesehatan. Misalnya kebiasaan dalam makan atau minum yang kurang higienis. Mandi, cuci, kencing atau berak (MCK) serta membuang sampah-sampah yang belum saniter. Kebiasaan lain seperti merokok ditempat-tempat umum yang ramai dan sempit (misalnya di atas bis atau kendaraan umum, di bioskop, dalam ruang ber AC dan lain-lain), mengisap ganja atau narkoba, minum-minuman keras, berjudi, suka bergadang tidak keruan, mengganggu ketentraman atau ketenangan orang banyak, main dengan wanita tunasusila, dan sebagainya; semuanya itu adalah hal-hal yang rawan untuk dapat dijangkiti penyakit.

4. Lingkungan, yaitu tempat di mana kita hidup. Lingkungan itu juga banyak macamnya. Ada lingkungan alamiah, lingkungan buatan.

Lingkungan alamiah adalah asli dari sononya, dari pencipta, kodrat Illahi, oleh Tuhan. Contohnya banyak sekali, misalnya udara, air, tanah, makhluk, gunung, sungai, iklim, laut, bentangan alam dan sebagainya.

Lingkungan buatan adalah lingkungan yang terjadi karena campur tangan manusia. Mungkin campur tangan berupa penggunaan teknologi untuk mengubah atau mengganti yang alami dengan maksud membuat lebih menarik, memperindah, mempermudah, menguntungkan, dan sebagainya. Tidak jarang campur tangan manusia ini dapat pula menimbulkan kerugian, menimbulkan dampak negatif, menyesatkan, membahayakan, menimbulkan polusi, menambah biaya menjadi mahal, dan sebagainya.

Lingkungan dapat juga dipandang dari segi lingkungan sosial atau masyarakat. Dalam hal ini perwujudannya dapat

berupa ekonomi, politik, budaya, adat-istiadat, agama, kebiasaan, pendidikan, dan sebagainya. Kesemuanya ini dapat mempengaruhi kesehatan.

Lingkungan dapat juga dibedakan lingkungan dengan penuh protektif (lingkungan semasa masih dalam rahim ibu, intra uterina), dan lingkungan penuh tantangan yaitu lingkungan sesudah dilahirkan (ekstra uterina) seperti kondisi di mana kita berada sekarang ini.

Lingkungan dapat juga dilihat dalam bentuk lingkungan fisik dan non fisik. Lingkungan fisik adalah berupa semua benda dan makhluk yang ada di sekitar kita dari yang terdekat sampai ke yang terjauh. Lingkungan non fisik berupa agama, kepercayaan, keyakinan, sanksi-sanksi, aturan, hukum, undang-undang, kesepakatan, paham, aliran, ilmu, kebudayaan dan lain-lain sebagainya.

Lingkungan dapat juga menyangkut ketertiban, keindahan, kenyamanan, keserasian, kegunaan serta manfaat, dan lain-lain.

Masalah Kesehatan

Dari gambaran penyebab penyakit seperti diungkapkan di atas, maka jelas bahwa masalah kesehatan meliputi banyak faktor, dapat menyangkut semua hal di atas.

Dari sekian banyak itu yang lebih dominan adalah perilaku dan lingkungan.

Perilaku misalnya meliputi aspek pendidikan, pengetahuan, kebiasaan, serta berbagai contoh-contoh yang pernah dikerjakan atau di alami, misalnya karena melihat, mendengar, merasakan, mencoba, dan sebagainya.

Lingkungan adalah penting bagi hidup dan kehidupan (untuk kelulusan hidup), yaitu lingkungan dalam pemenuhan kebutuhan

fisiologis, psikologis, sosial, dan juga untuk kelangsungan hidup jenis (generasi dan keturunan).

Kebutuhan fisiologis, misalnya terpenuhi akan udara segar yang diperlukan bagi pernapasan, air yang bersih, tersedia pangan, pakaian, perumahan tempat tinggal. Pengendalian lingkungan (iklim), istirahat, tidur yang cukup bagi kesehatan. Tersedia penyaluran keinginan, rumahtangga yang baik, rasa cinta dan dicintai, punya keturunan. Mampu memberikan pelayanan, dapat merawat tubuh atau diri sendiri, bebas dari rasa takut, rasa sakit, rasa bersalah, dan lain-lain sebagainya.

Terpenuhi kebutuhan sosial, seperti dapat menjalin persahabatan, rasa cinta, rasa memiliki, rasa dibutuhkan. Ada perhatian dan penghargaan pada orang lain. Merasa diakui, merasa aman, mempunyai kewenangan, kekuasaan, kedudukan, punya peranan, status, dan lain-lain.

Mempunyai hubungan pribadi, mempunyai identitas, dan lain-lain.

Kebutuhan psikologis atau egois, misalnya merasa dihormati, kebebasan menyatakan pendapat, memutuskan pengakuan, keberhasilan, rasa bebas, kemerdekaan, bebas dari rasa dicurigai, diawasi, puas apa yang dikerjakan dan lain-lain.

Lingkungan Sehat dan Aspek-aspeknya

Lingkungan sehat adalah milik dan kepentingan bersama. Untuk pemeliharaannya perlu perundang-undangan, peraturan, kesepakatan, persetujuan bersama. Dalam aplikasinya sehari-hari setiap perilaku atau perbuatan hendaklah menyangkut apakah perbuatan itu ada dalam kepatutan, layak, wajar, atau 'lamak diawak katuju diurang'.

Dari aspek edukasi, lingkungan sehat perlu diberikan

pemahaman terhadap anak kemenakan atau keturunan. Perlu diberikan atau diajarkan mana yang baik dan mana yang buruk; mana yang merusak dan mana yang tidak merusak, yang merugikan diri sendiri dan merugikan orang banyak. kepentingan diri sendiri dan kepentingan orang banyak.

Dari aspek agama, perbuatan terhadap lingkungan perlu dihayati dengan baik. Menyangkut baik buruk, halal-haram, suruhan-larangan, dosa-pahala, melanggar atau tidak, berniat dalam berbuat, dan sebagainya.

Dari aspek sosial budaya, lingkungan sehat perlu jadi perhatian. Menyangkut kepentingan bersama, kesejahteraan bersama, kehidupan bersama, saling ketergantungan. Hidup itu bukan sendiri atau menyendiri, hidup memerlukan pertolongan orang lain. Perlu tenggang rasa, kepedulian sosial, perlu kebersamaan, 'sakik di awak sakik diurang, rancak di awak katuju atau elok diurang'. Menghindari individualistik, tentram pribadi maka akan tentram pula orang banyak.

Arti Lingkungan bagi Kesehatan

Lingkungan sangat mempengaruhi terhadap kesehatan, dan pengaruh itu dapat melalui berbagai peranan.

1. Lingkungan sebagai penyebab penyakit. Lingkungan bertindak sebagai agen, misalnya lingkungan fisik dengan suhu (iklim) yang terlalu panas atau dingin dapat menyebabkan orang menderita sakit. Suara-suara yang terlalu gaduh dilingkungan (keramaian lalu lintas, suara dari alat-alat industri atau pabrik, bunyi alat audio: radio, tape, tv, dengan volume tinggi dan lain-lain) dapat menimbulkan gangguan kenyamanan. Pengaruh lain dari lingkungan sebagai agen cukup banyak untuk dirunut.

2. Lingkungan sebagai faktor pemudah (predisposisi). Lingkungan yang tidak bersih memudahkan berjangkitnya penyakit, berkembang biaknya mikroba penyebab penyakit. Lingkungan kerja yang tidak serba teratur memudahkan rasa kebal, jengkel, marah, dan sebagainya.
3. Lingkungan sebagai faktor penyebar (medium transmisi). Lingkungan yang tidak bersih atau kotor dapat memindahkan penyakit kepada orang lain. Terminus air yang telah tercemar. Terhirup udara yang tidak bersih, dan sebagainya menjadikan tempat pemindahan penyakit. Kesemrawutan dalam lingkungan kerja akan mengalihkan kesalahan atau memindahkan 'penyakit' kepada orang lain.
4. Lingkungan mempengaruhi perjalanan penyakit. Lingkungan yang tidak sesuai atau serasi dapat memperlambat penyembuhan atau memperburuk/mempersulit penyakit. Seseorang yang menderita gangguan pernapasan akan bertambah penyakitnya kalau menghirup udara lingkungan yang kotor penuh asap dan debu atau menghirup udara yang terlalu dingin. Penderita muntaber akan bertambah hebat penyakitnya kalau berada diruangan atau lingkungan dengan suhu yang sangat panas, sebab suhu yang panas memperberat dehidrasi serta kehilangan cairan tubuh. Penderita hipertensi akan menjadi kumat melihat lingkungan yang serba tidak beres. Kepribadian yang labil akan menjadi depresi atau frustrasi melihat lingkungan kerja yang penuh dengan kepura-puraan yang tidak jujur.

Lingkungan Rumah Sehat

Persoalan lingkungan adalah sangat luas, dan mulai dari

lingkungan pribadi, keluarga, sampai ke lingkungan masyarakat banyak.

Lingkungan perlu diperhatikan mulai dari lingkungan rumah tempat tinggal. Lingkungan tempat tinggal tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pemanfaatan pekarangan. Pekarangan rumah dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan keluarga, misalnya gizi keluarga. Pekarangan diolah dan dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai bahan makanan yang bernilai gizi untuk keperluan sehari-hari. Tidak perlu luas yang banyak, untuk dikota cukup 50 meter persegi sebagai Karang Gizi
2. Halaman rumah yang sehat. Halaman bersih, bermanfaat sebagai tempat anak bermain. Halaman juga bermanfaat sebagai tempat pemeliharaan ternak (perikanan, peternakan berupa ayam, itik, dan lain-lain), serta tanaman pekarangan.
Di halaman perlu ada lobang pembuangan sampah. Terdapat penyaluran air limbah yang lancar, tidak ada gonangan-gonangan yang menjadi tempat bersarangnya nyamuk, serangga, dan lain-lain.
3. Tata lingkungan yang sehat. Lingkungan hendaknya tertata rapi, teratur, banyak pohonan, jalan terawat bersih. Ada tempat sampah umum, selokan lancar. Dan perlu kerja sama masyarakat, rasa kebersamaan, dan kepentingan bersama.
4. Pekarangan terolah rapi, akan menjadi sumber tambahan makanan bergizi. Ada sayur mayur, buah-buahan, hasil ternak/perikanan, sebagai sumber tambahan pendapatan keluarga, dan menghemat belanja keluarga. Sisa-sisa tanaman dapat dijadikan makanan ternak, dan kotoran ternak menjadi kompos pupuk tanaman.

5. Jenis pemanfaatan pekarangan.

Pekarangan dapat ditanami berbagai sayuran: kangkung, bayam, singkong, ubi jalar, tomat, kacang-kacangan, cabe, dan lain-lain.

Buah-buahan berupa: pepaya, pisang, nenas, jeruk, jambu, nangka, belimbing dan lain-lain.

Rempah atau tanaman obat: kunyit, serai, lengkuas, jahe, pandan, temulawak, kapulaga, selasih, kumis kucing, lidah buaya, kencur, ruku-ruku, dan lain-lain.

Perikanan : ikan lele, gurami, tawes, nila, belut, dan lain-lain.

Peternakan: ayam, itik, kelinci, kambing, dan sebagainya.

Untuk keberhasilan pemanfaatan lingkungan perlu minta bimbingan petugas-petugas terkait seperti dari Dinas Peternakan, Perikanan, Pertanian, PPL, dan lain-lain.

6. Manfaat kebersihan rumah dan lingkungan.

Tempat yang bersih dan rapi akan menjadi daerah atau tempat hunian yang nyaman untuk hidup sehat. Terhindar dari penularan penyakit, ataupun gangguan dari agen penyebab.

7. Rumah yang sehat terlihat dari berbagai kelengkapannya seperti berikut.

a. Pencahayaan yang cukup, sinar dapat masuk ke dalam ruangan sehingga dapat membaca atau menyelesaikan pekerjaan rumah dengan baik.

b. Ventilasi lancar, udara di dalam rumah terasa nyaman, dan bau-bauan dalam rumah tidak merangsang, dan udara yang dihirup terasa segar.

c. Atap rumah cukup baik, tidak bocor, bersih pada bagian

dalamnya.

- d. Lantai: kering, bersih, keras dan tidak mudah terjadi kecelakaan.
- e. Ruangan: bersih, rapi, tertata baik, dan volume per kapita mencukupi.
- f. Dinding atau pembatas: kuat, bersih, kering.
- g. Tersedia air bersih (air minum yang sehat): sipat air tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa. Air yang disimpan pada penyimpanan tertutup dengan baik dan sekali tiga hari tempat penyimpanan air perlu dibersihkan. Sumber air tidak boleh tercemar dari kotoran atau comberan dan jarak dari lobang kakus minimal 10 m. Untuk amannya air sebaiknya sebelum diminum harus dimasak dulu. Jamban dan pembuangan limbah haruslah dengan baik, memenuhi syarat-syarat kesehatan.

BAB 10

PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN, PEMBANGUNAN TERLANJUTKAN, DAN ETIKA LINGKUNGAN

Pendahuluan

Hakekat dari pembangunan adalah untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Apapun jenis dan corak pembangunan yang dilakukan oleh manusia maka mau tidak mau sebagai objek sasaran dari kegiatan pembangunan tersebut adalah menyinggung sumber daya alam dan lingkungan hidup.

Perlunya pembangunan berwawasan lingkungan (eco development) adalah karena Sumber Daya Alam (SDA) yang tersedia terbatas adanya. Di samping itu jumlah penduduk yang banyak serta pola hidup atau kebutuhan mereka juga semakin meningkat, sehingga diperlukan pula SDA yang banyak.

Di samping itu teknologi yang ada sekarang dalam mengolah SDA bagi keperluan manusia sering pula menghasilkan produk samping berupa limbah yang banyak; dan limbah ini berpengaruh pula terhadap lingkungan, SDA, SDM, dan lain-lainnya.

SDA sebagai diketahui ada yang dapat diperbaharui (renewable resources) seperti kayu, tumbuhan atau hewan, dan yang tidak dapat diperbaharui (non renewable resources) seperti: bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, gas bumi), bahan tambang dan lain-lain.

Eksplorasi sumber alam yang berlebihan bagi kegiatan pembangunan di suatu wilayah akan dapat mengakibatkan perubahan struktur dasar ekosistem di wilayah tersebut, dan selanjutnya eksploitasi berlebihan merugikan bagi keberlangsungan pembangunan itu sendiri. Perubahan dan kerusakan struktur dasar ekosistem akhirnya akan merupakan

gangguan terhadap kelangsungan hidup manusia di wilayah tersebut.

Mengolah SDA dengan bijaksana adalah akan menopang pembangunan yang berkesinambungan bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat dari generasi demi generasi.

Pembangunan berwawasan lingkungan seperti dinyatakan dalam Undang-undang tentang Lingkungan Hidup (1982) adalah upaya sadar dan berencana dalam mengelola sumber daya secara bijaksana untuk pembangunan yang berkesinambungan guna meningkatkan mutu hidup.

Pembangunan berwawasan lingkungan pada dasarnya adalah :

1. Pengelolaan SDA secara bijaksana.
2. Pembangunan dapat berlanjut secara berkesinambungan,
3. Terjadi peningkatan kualitas generasi demi generasi.

Sebagai suatu sikap yang disepakati, bagi kita masyarakat Indonesia kita memilih bahwa kebijakan dalam pembangunan di negara kita adalah pembangunan yang terlanjutkan (sustainable development). Pembangunan yang terlanjutkan seperti yang disepakati dalam laporan Komisi Dunia untuk Lingkungan Hidup dan Pembangunan, yakni 'Our Common Future' (Hari Depan Kita Bersama) tahun 1987 adalah pembangunan untuk memenuhi keperluan hidup masa kini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mereka kelak.

Pembangunan yang terlanjutkan itu mempunyai batasan dan ciri yang jelas yakni:

- (1) memberi kemungkinan kepada kelangsungan hidup dengan jalan melestarikan fungsi dan kemampuan ekosistem yang mendukung, baik secara langsung maupun tidak langsung;
- (2) memanfaatkan sumber alam sebanyak alam atau teknologi pengelolaannya mampu menghasilkan secara lestari;

- (3) memberi kesempatan kepada sektor dan kegiatan untuk berkembang bersama-sama, baik diberbagai daerah dalam kurun waktu yang sama maupun di suatu daerah dalam kurun waktu yang berbeda, secara sambung menyambung;
- (4) meningkatkan dan melestarikan kemampuan dan fungsi ekosistem untuk memasok sumber alam dengan cara melindungi serta mendukung perikehidupan secara terus-menerus; dan
- (5) menggunakan prosedur dan tata cara yang memperhatikan kelestarian fungsi dan kemampuan ekosistem untuk mendukung perikehidupan, baik perikehidupan masa kini maupun perikehidupan di masa yang akan datang.

Untuk terlaksananya pembangunan yang terlanjutkan itu, terlebih dahulu perlu:

- (1) inventarisasi dan evaluasi sumber alam dan lingkungan hidup;
 - (2) penyelamatan hutan, tanah, dan air;
 - (3) pembinaan daerah pantai;
 - (4) pengendalian pencemaran lingkungan hidup;
 - (5) rehabilitasi hutan dan tanah kritis;
 - (6) pengembangan dalam bidang meteorologi dan geofisika;
 - (7) pengelolaan dengan baik sumber alam dan lingkungan hidup.
- Sumber alam yang tidak dapat diperbaharui perlu menjadi perhatian karena :

1. Dari segi keterbatasan jumlah dan kualitasnya.
2. Lokasi SDA serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan masyarakat dan daerah.
3. Penggunaan SDA agar tidak boros.
4. Dampak negatif pengolahan berupa limbah dipecahkan secara bijaksana dan hendaknya juga bijaksana kemana limbah tersebut di buang.

SDA yang dapat diperbaharui hendaknya perlu perhatian:

1. Cara pengolahan, dan disertai proses pembaharuannya.
2. Hasil penggunaannya sebagian adalah dapat untuk menjamin pembaruan SDA.
3. Teknologi yang dipakai tidak sampai merusak SDA untuk diperbarui.
4. Dampak negatif pengolahannya ikut dikelola.

Secara umum manusia haruslah bijaksana mengelola SDA terutama terhadap SDA tanah, air dan udara.

Sumber Daya Alam Tanah

Terhadap SDA tanah yang perlu diperhatikan adalah :

- Hutan lindung. perlu dijamin keberadaan hutan lindung melalui pemeliharaan dan mencegah dari kerusakan hutan lindung yang disebabkan oleh berbagai gangguan. Hutan lindung yang ada perlu ditingkatkan arealnya (30,0 juta Ha -----> 47 juta Ha). Hutan lindung yang ada sekarang sekitar 61% (18,7 hektare) dari 30,0 hektare seluruh kawasan hutan lindung yang ada (ditunjuk). dan tersebar di 27 propinsi.
- Cagar Alam dan suaka margasatwa, yakni menjadi kawasan konservasi sumber daya alam. Secara bertahap arealnya akan dikembangkan (18,7 juta Ha -----> 28 juta Ha). Kawasan konservasi sumber daya alam, dapat berupa unit cagar alam, unit suaka margasatwa, taman wisata, taman buru, dan taman laut. Melalui pengembangan kawasan konservasi sumber daya alam adalah sekaligus sebagai pemeliharaan terhadap plasma nutfah asli dan dapat dibudi daya dalam penyelamatan flora dan fauna. Untuk itu perlu kegiatan-kegiatan penangkaran berbagai jenis flora dan fauna. Usaha penangkaran yang ada sekarang misalnya buaya di Irian Jaya, Kalimantan dan

Sulawesi Selatan: burung bayan dan kakatua raja di Bali; rusa Jawa di Jatim, Jateng, Jabar, Bengkulu, Aceh dan Nusa Tenggara. Sejalan dengan itu juga ada tempat-tempat rehabilitasi untuk satwa lain, misalnya rehabilitasi orang utan di Tanjung Puting (Kalteng), gajah di Lampung, Sumsel, Bengkulu, Riau dan Aceh; Pelestarian badak Sumatera di Sumatera.

Taman nasional yang perlu dapat perhatian tersebut misalnya Gunung Leuser, Kerinci Seblat, Bukit Barisan Selatan, Siberut, Way Kambas, Pulau Seribu, Ujung Kulon, Gede Pangrango dan Halimun, Karimunjawa, Baluran, Bromo-Tengger-Semeru, Alas Purwo, Meru Betiri, Bali Barat, Bukit Baka-Bukit Raya, Gunung Palung, Tanjung Puting, Kutai, Rinjani, Komodo, Pulau Pombo, Bunaken, Bagani Nani Wartabone, Lore Lindu, Rawa Aopa, Manusella, Wasur, Teluk Cendrawasih, dan Pegunungan Jayawijaya. Dan dalam waktu yang akan datang dapat saja taman nasional baru ditambah sebagai ujud kepedulian masyarakat terhadap lingkungan.

Cagar Alam Laut juga dikembangkan berempak dengan pengembangan taman nasional laut di Pulau Seribu, Karimunjawa, Takabonerate, Bunaken, Pulau Pombo, dan Teluk Cendrawasih.

Dalam meningkatkan fungsi kawasan konservasi, dikembangkan taman wisata yang menjadi tempat rekreasi. Taman wisata itu dikenal dengan Taman Hutan Raya (THR), dan yang ada sekarang THR Ir.H.Juanda di Jabar, THR R.Suryo di Jatim, THR Sultan Adam di Kalsel, THR Bukit Barisan di Sumut, THR Bung Hatta di Sumbar., dan THR Wan Abdul Rahman di Lampung.

- Perkebunan (5,7 juta Ha -----> 14,5 juta Ha).
- Perternakan dalam skala besar.
- Pertambangan.
- Perkampungan atau perbaikan kampung.
- Hutan produksi harus dicitutkan, dalam hal ini melalui: (a) konversi menjadi daerah perkebunan, pemukiman, daerah

transmigrasi, infrastruktur dan lain-lain; (b) tidak dikonversi, yaitu dijadikan hutan Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), atau produksi tidak melebihi penyediaan bahan baku terutama dalam processing kayu.

Untuk hal-hal di atas perlu perencanaan sektoral dengan memperhitungkan keterbatasan tanah. Dengan demikian industri perlu dikembangkan dalam meningkatkan nilai tambah.

Sumber Daya Alam Air

SDA Air yang perlu diperhatikan adalah: (a) DAS (daerah aliran sungai, dan (b) laut, danau, waduk, telaga/tasik.

Mengenai DAS, yaitu perlu perhatian terhadap konservasi air di sepanjang DAS. Konservasi ini tergantung kepada curah hujan, dan keutuhan hutan di hulu sungai.

- Industri-industri yang menghasilkan polusi udara, atau industri penebangan hutan akan mempengaruhi iklim, yang selanjutnya mempengaruhi lokasi dan curah hujan: perlu jadi perhatian.
- Penggunaan SDA tanah di daerah hulu sungai juga akan mempunyai pengaruh terhadap kondisi aliran sungai: dan untuk itu perlu pula menjadi perhatian semua pihak.
- Pemanfaatan sungai sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga atau industri serta pengaruh kimia pertanian (pupuk, insektisida, pestisida dan lain-lain), juga akan berakibat terhadap kualitas air sungai: dan perilaku tidak baik ini perlu jadi perhatian.

Terhadap laut, pantai, dan sebagainya itu yang perlu jadi perhatian adalah:

- Kawasan pantai dan hutan bakau (mangrove), agar jangan sampai rusak;
- Karang sebagai habitat ikan, agar perlu pemeliharaan dengan

baik;

- Isi lautan berupa ikan, dan lain-lain, jangan sampai dikuras habis;
- Energi dan gelombang laut, merupakan sumber energi alternatif yang perlu perhatian;
- Potensi air laut sebagai sumber air tawar, perlu menjadi perhatian untuk masa-masa yang akan datang;
- Laut sebagai sarana angkutan dan tempat rekreasi, perlu pengaturan jangan sampai rusak.

Penduduk yang banyak akan memberi tekanan kepada peranan laut, sehingga sumber daya laut akan terancam.

Sumber Daya Alam Udara

SDA udara yang perlu diperhatikan adalah:

- Udara menjadi media pembuangan kotoran industri,
- Gangguan-gangguan udara oleh teknologi supersonik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi SDA

1. Penduduk, yaitu menyangkut jumlah, kualitas, dan lokasi.
2. Teknologi yang dipakai.
3. Sifat SDA (renewable atau non renewable resources).
4. Pola hidup yang mengkonsumsi SDA berlebihan.

Proses pembangunan yang berjalan selama ini sangat memberi tekanan yang berat terhadap SDA milik negara, yaitu:

- Hutan negara semakin sempit karena diserbu oleh penduduk.
- Lautan bebas, udara bebas, sungai dan lain-lain dijadikan oleh penduduk sebagai tempat pembuangan sampah.

Proses pembangunan itu sendiri membutuhkan SDA lebih banyak. Di negara-negara berkembang SDA dapat mendukung 40 orang.

tetapi di negara-negara maju penggunaan SDA hanya untuk 1 orang. Misalnya SDA banyak dipakai untuk taman, jalan, garase, kolam renang pribadi, dan lain-lain. Kebutuhan individu sangat menonjol.

Untuk masa yang akan datang perlu penyesuaian terhadap nilai-nilai kehidupan masyarakat. Perlu pembinaan Sumber Daya Manusia (SDM) yang mampu menanggulangi atau menangani masalah lingkungan, dan jangan hanya pandai membuat masalah lingkungan saja, tapi hendaknya mampu pula mengatasinya, misalnya menggalakan kegiatan K3 (kebersihan, keindahan, kenyamanan), tanggung jawab penghijauan dan lain-lain.

Kebijaksanaan Pembangunan Berwawasan Lingkungan

1. Menumbuhkan sikap kerja berdasarkan kesadaran saling membutuhkan. Hakekat lingkungan hidup adalah saling keterkaitan antar sektor dengan sektor lain. Misalnya daerah dengan daerah lain, negara dengan negara lain, bahkan generasi sekarang dengan generasi berikutnya. Jadi ada kerja sama dengan semangat solidaritas antar sektor, antar daerah, antar negara, dan antar generasi.
2. Kemampuan menyetarakan kebutuhan dengan kemampuan SDA dalam menghasilkan barang dan jasa. Kebutuhan manusia yang meningkat perlu disesuaikan dengan pola penggunaan sumber alam secara bijaksana.
3. Mengembangkan SDM agar mampu menanggapi tantangan pembangunan tanpa merusak lingkungan. Industrialisasi yang dikembangkan adalah menggunakan teknologi tanpa limbah yang banyak dan hemat SDA. Pengalaman negara lain (maju) dengan industrialisasi yang merusak lingkungan hendaknya jangan terjadi di Indonesia.
4. Mengembangkan kesadaran lingkungan dikalangan masyarakat sehingga tumbuh menjadi kesadaran berbuat.

5. Mengembangkan LSM (Lembaga Swadaya Masyarakat) yang dapat mendayagunakan dirinya untuk menggalakan masyarakat untuk tujuan pengelolaan lingkungan hidup.

Program Penyelamatan Hutan, Tanah, Air, Sungai serta Lautan

- a. Pengawasan dan pengarahan terhadap pemegang HPH dalam mengusahakan konsensi hutannya ke jurusan hutan yang lebih lestari. 'Simpanan Tanaman Wajib', suatu usaha menanam kembali jenis pohon yang telah ditebang.
- b. Reboisasi dan penghijauan, yaitu menghutankan kembali gunung, bukit gundul, tanah kritis alang-alang.
- c. Mengusahakan pengembangan DAS secara terpadu antara berbagai Departemen, Instansi, dan Pemda.
- d. Mengurangi pengotoran laut, menangkap ikan secara lebih baik tanpa trawl yang melanggar tapal batas, tanpa dinamit, tanpa racun.

Pengendalian pengambilan karang laut yang merusak, pengambilan pasir dan batu dari dasar sungai secara semauanya sehingga merusak.

Program Pembinaan SDA dan Lingkungan Hidup

1. Mengembangkan Taman Nasional yang mencakup : cagar alam, suaka margasatwa, taman wisata; guna melestarikan fauna dan flora dalam ekosistem yang utuh dan asli. Hutan dalam taman nasional akan berfungsi sebagai laboratorium hidup yang dijadikan sebagai: (a) hutan adalah tempat pembiakan bibit asli (plasma nutfah), (b) hutan sebagai sasaran penelitian dan pendidikan, (c) hutan sebagai monumen alam ciptaan Tuhan untuk dikenang oleh generasi yang akan datang sehingga dia kenal apa-apa yang hidup didalamnya, seperti apa itu gajah, harimau, orang utan, raflesia, anggrek asli, dan sebagainya.

2. Mencegah pencemaran dari pembangunan sektoral dengan penerapan 'AMDAL' (analisis mengenai dampak lingkungan).
3. Perbaiki lingkungan pemukiman, agar lebih baik, misalnya:
 - (a) perbaikan perkampungan kota, (b) pemugaran desa, (c) pengembangan wilayah, seperti: Jabotabek (Jakarta, Bogor, Tangerang, dan Bekasi) , Gerbang Kertokusila (Gersik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, dan Lamongan), Bandung Raya, Medan Raya, dan lain-lain, (d) pemukiman daerah transmigrasi.Perbaiki tidak hanya aspek fisik (selokan, jalan setapak, fasilitas MCK, sampah dan lain-lain), tetapi juga menyangkut lingkungan sosial dan manusianya melalui usaha-usaha pendidikan-penyuluhan untuk meningkatkan pengetahuan, usaha perkoperasian untuk kerjasama dan saling tanggung jawab, usaha-usaha kesehatan untuk meningkatkan sumber daya manusia, dan lain-lain. Pengendalian lingkungan adalah juga termasuk usaha pengentasan kemiskinan.
4. Pengembangan kesadaran lingkungan melalui pembinaan unsur penunjang seperti kesadaran hukum, pusat studi, LSM, dan lain-lain.

Etika Lingkungan dan Pengembangan Pemukiman

Lingkungan adalah tempat berlangsungnya hubungan timbal balik antara organisme hidup (manusia) dengan tempat hidupnya. Hubungan tersebut dalam suatu ekosistem di mana berlangsung menurut asas-asas dalam ekologi.

Untuk kelngsungan dan kelulusan hidup disadari hubungan tersebut adalah penting. Dan keteraturan itu diperlukan tergantung kepada manusia jua karena dia adalah makhluk dominan di alam ini. Untuk itu perlu berpikir positif dalam merubah perilaku, menyadari kekeliruan dan mempunyai etika berbuat terutama dalam hal hubungan manusia dan lingkungan.

Lingkungan rumah tempat tinggal kita adalah planet bumi sebagai tempat tinggal (pemukiman) umat manusia. Pemukiman itu untuk dikembangkan, bukan untuk dirusak.

Adanya istilah etika atau disadarinya kehidupan berlingkungan ini dirasakan mulai pada dasawarsa 1970-1980. Hal ini dirasakan adanya tantangan-tantangan. Tantangan tersebut berupa acaman terhadap lingkungan karena kehidupan yang boros dan banyak pengrusakan terhadap lingkungan. Tantangan berikutnya adalah berupa hambatan karena disadari lingkungan itu terbatas. Seterusnya tantangan itu berupa gangguan, karena telah dirasakan adanya gangguan terhadap ekosistem berupa ketidakseimbangan kebutuhan hidup manusia dengan kemampuan lingkungan.

Pemukiman manusia yang layak huni sesuai dengan martabatnya itu haruslah memiliki empat unsur dan untuk itu dibedakan atas: wisma, marga, karya, dan suka.

Wisma, berupa rumah dan bangunan lainnya yang dibutuhkan oleh manusia baik sebagai tempat tinggal mau pun sebagai tempat melakukan aktifitas sosial lainnya.

Marga, berupa prasarana, sarana, dan fasilitas sosial lainnya yang diperlukan manusia untuk memudahkan hubungan antar manusia dalam mencari nafkah dan juga dalam mengembangkan kehidupan sosial-ekonomi, mau pun sosial-budaya.

Karya, berupa lapangan pekerjaan untuk dapat memperoleh penghasilan bagi memenuhi keperluan kebutuhan hidup, membina kesejahteraan sosial keluarga, dan tempat pengembangan bakat-minat.

Suka, berupa sarana, prasarana, serata fasilitas rekreatif yang dapat membina perkembangan budaya manusia dalam arti

luas. Dalam hal ini termasuk memelihara serta mengembangkan kekayaan budaya manusia masa kini, masa datang, dan menghargai warisan alam dan budaya masa silam.

Keempat unsur di atas harus ada dan mendukung perikehidupan dipemukiman dan satu sama lainnya merupakan suatu kesatuan yang utuh dan tidak dapat dipisahkan.

Dalam kaitannya dengan yang lain dapat dilihat dalam bagan di bawah ini.

Manusia : Suatu unsur dalam ekosistem yang berhubungan secara timbal balik dengan unsur lain.



Manusia dengan lingkungan

- keterkaitan
- ketergantungan
- keserasian
- keselarasan
- keseimbangan



Etika Lingkungan
(Etika Ekologis)

- . Etika ekonomi: Pemanfaatan secara efektif efisien
- . Etika teknologi: Rekayasa dan instrument manusiawi
- . Etika sosbud: harmonisasi dan kesetiakawanan
- . Etika sospol: konsensus pengambilan keputusan
- . Etika hukum: perlindungan hukum tanpa memandang bulu

