

KERUSAKAN LINGKUNGAN BIOGEOFISIK

Pembahasan tentang Kerusakan Lingkungan Biogeofisik merujuk pada kurikulum mulok PLH di Jawa Barat Kelas XI smt 1, bahasan tersebut berkaitan dengan standar kompetensi: *Menganalisis macam-macam kerusakan lingkungan*. Serta merujuk pada GBIM PLH KLH Kelas XI, tentang: *Kerusakan sumber daya alam dan dampaknya bagi lingkungan dan manusia Tanah dan Lahan, Air, Udara, Pesisir dan Laut, Hutan*.

Kerusakan lingkungan biogeofisik, bukanlah suatu hal yang asing lagi di telinga setiap orang. Dengan mudah kita dapat menunjuk dan mengetahui apa saja jenis kerusakan lingkungan tersebut, dan apa saja akibat yang ditimbulkannya. Misalnya, dengan cepat mereka dapat mengerti bahwa eksploitasi alam dan penebangan hutan yang terlalu berlebihan dapat menyebabkan bencana banjir, tanah longsor dan kelangkaan air bersih; membuang limbah industri ke sungai dapat menyebabkan kematian ikan dan merusak habitatnya; penggunaan dinamit untuk menangkap ikan dapat merusak terumbu karang dan biota laut, dan masih banyak lagi daftar sebab akibat yang biasa terjadi dalam lingkungan kita.

Inti dari permasalahan lingkungan adalah ketidakseimbangan yang terjadi dalam hubungan antarkomponen lingkungan akibat perubahan. Lingkungan adalah sistem yang merupakan kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk di dalamnya manusia dengan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya.



Gambar 10.1: kerusakan tanah akibat pengolahan lahan pertanian yang tidak sesuai kaidah-kaidah konservasi
sumber: google.image

Mahluk hidup merupakan pihak yang selalu memanfaatkan lingkungan hidupnya, baik dalam hal respirasi, pemenuhan kebutuhan pangan, sandang, papan dan lain-lain. Manusia sebagai mahluk paling unggul di dalam ekosistem, memiliki daya dalam mengkreasi dan mengkonsumsi berbagai sumber daya alam bagi kebutuhan hidupnya. Manusia berinteraksi dengan lingkungan hidup yang dapat mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan hidupnya. Hubungan manusia dengan lingkungan hidupnya adalah sirkuler, berarti jika terjadi perubahan pada lingkungannya maka manusia akan terpengaruh. Dengan kata lain, perlakuan manusia terhadap lingkungan akan mempengaruhi mutu lingkungan hidupnya.

Kerusakan lingkungan atau degradasi lingkungan biogeofisik adalah tanda-tanda telah dilampauinya daya dukung lingkungan tersebut. Kerusakan lingkungan biogeofisik telah mengakibatkan perubahan besar terhadap kualitas komponen alam seperti menurunnya kualitas tanah dan lahan, kualitas air, kualitas udara, dan keanekaragaman hayati, sehingga alam tidak mampu mengembalikannya pada keadaan semula atau memerlukan waktu yang lama untuk memulihkannya.

Karena itu, pada bab ini akan dibahas mengenai kerusakan lingkungan biogeofisik dengan melalui pengenalan terhadap macam-macam dan faktor penyebab kerusakan serta upaya pengelolannya. Dengan demikian, anda dapat memiliki kepedulian yang tinggi terhadap lingkungan dan berupaya untuk dapat menanggulangi kerusakan lingkungan agar tidak merugikan kehidupan kita di bumi.

A. MACAM-MACAM KERUSAKAN LINGKUNGAN

Kerusakan lingkungan adalah perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik dan atau hayatinya yang telah mengakibatkan lingkungan menjadi tidak berfungsi lagi atau berkurang kualitasnya untuk diolah dan dimanfaatkan untuk kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

Kerusakan lingkungan telah terjadi dimana-mana, termasuk di Indonesia. Yang paling menonjol adalah gangguan atau kerusakan pada berbagai ekosistem yang menyebabkan terganggunya komponen-komponen yang menyusun ekosistem, yaitu keanekaragaman varietas (*genetic, variety, atau subspecies diversity*), keanekaragaman jenis (*species diversity*). Akibatnya, terjadilah kepunahan varietas atau jenis hayati yang hidup di dalam ekosistem. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam ekosistem karena telah hilangnya beberapa jenis hayati yang berfungsi sebagai produsen dan konsumen.

Parahnya krisis lingkungan akibat pembalakan liar, pembakaran hutan, dan pengeksploitasian lingkungan tanpa batas, telah lama menuai protes keras dari masyarakat. Ancaman kerusakan lingkungan yang menimbulkan hancurnya ekosistem dapat mengancam keselamatan penghuni bumi. Krisis lingkungan dan rusaknya sumber

daya alam semata-mata adalah akibat kecerobohan dan ketidakpedulian kita. Hal ini telah menjadi bumerang berupa banjir, tanah longsor, kekeringan akibat merosotnya debit air sungai dan matinya sumber mata air, yang sesungguhnya telah mengancam kematian prematur kehidupan.

Selama manusia melakukan kegiatan hidup yang melampaui batas daya dukung lingkungannya, maka kerusakan lingkungan dapat terjadi. Kerusakan lingkungan tidak hanya terjadi di perkotaan, akan tetapi juga di pedesaan.

Kerusakan lingkungan kota umumnya terjadi karena arus urbanisasi yang terus meningkat. Urbanisasi terjadi dimana-mana baik di kota-kota besar di Indonesia maupun di dunia. Semakin besar kota cenderung semakin besar pula arus urbanisasinya. Kerusakan lingkungan di kota akibat meningkatnya arus urbanisasi, antara lain tumbuhnya daerah-daerah kumuh (*slum*) di bantaran sungai dan kolong jembatan. Tingginya harga dan terbatasnya luas lahan kota memungkinkan mereka tidak mampu untuk membeli lahan dan tempat tinggal yang layak. Pada akhirnya mereka memilih tempat-tempat yang dilarang oleh pemerintah tapi gratis untuk mendirikan tempat tinggalnya. Sebagai contoh, kalian bisa saksikan bagaimana mereka hidup di bawah jembatan atau pinggir sungai *Cikapundung* di Kota Bandung. Sempitnya badan sungai oleh desakan rumah tinggal dapat menghambat lajunya air. Akibatnya sungai akan meluap dan menimbulkan bencana banjir. Bahaya banjir tidak hanya merugikan masyarakat kota pada umumnya, tetapi juga membahayakan kehidupan mereka yang tinggal di bantaran sungai.



Gambar 10.2: Sungai Cikapundung yang semakin menyempit akibat padatnya pemukiman penduduk hingga mencapai badan sungai
sumber: dokumen penulis

Kota merupakan pusat keramaian karena segala aktivitas terdapat di sini. Mobilitas kendaraan bermotor, kemacetan lalu lintas, pabrik-pabrik, semuanya merupakan

aktivitas kota yang dapat menimbulkan pencemaran udara. Hampir tidak ada kota di dunia ini yang dapat menghindari dari bencana modern pencemaran udara. Bahkan kota-kota yang dulu terkenal dengan udaranya yang murni, tak tercemar misalnya Buenos Aires, Denver, dan Madrid sekarang selalu dikelung oleh udara yang begitu tercemarnya sehingga dapat membunuh dan membuat orang baik yang sehat maupun sakit masuk rumah sakit. Asap sisa pembakaran yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor dan aktivitas industri merupakan sumber pencemaran udara. Belum lagi polusi suara yang menimbulkan kebisingan sehingga merusak kenyamanan dan kebersihan udara kota.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran udara di kota-kota di negara berkembang jauh lebih tinggi dibandingkan kota-kota di negara maju. Diperkirakan 70 % penduduk kota di dunia pernah sesekali menghirup udara yang tidak sehat, sedangkan 10 % lain menghirup udara yang bersifat "marjinal". Akibatnya, kematian akibat pencemaran udara diperkirakan berjumlah antara 50.000 - 100.000 per tahun.

Kebutuhan lahan untuk melengkapi fasilitas kota sebagai pusat segala kegiatan sangat tinggi. Akibatnya, lahan-lahan hijau yang berfungsi untuk menetralkan udara yang tercemar, meredam kebisingan, dan tempat meresapnya air semakin sedikit luasannya karena terdesak oleh keperluan pembangunan. Di kawasan kota yang telanjur padat, memperoleh lahan terbuka bukanlah soal mudah. DKI Jakarta dengan lahan seluas 66.126 ha dan ruang hijau 9 % atau 5.951 ha, perlu membebaskan sekitar 13.000 ha lahan bila ingin memenuhi ketentuan lazim 30 % lahan terbuka hijau. Sifat *land hungry* (lapar lahan) dalam praktik mengkonsumsi lahan perkotaan telah menyebabkan tampilan kota-kota besar semakin semrawut. Karena lahan perkotaan telah telanjur disesaki bangunan, maka sasaran perolehan sel-sel hijau daun beralih pada hamparan atap datar gedung-gedung yang justru lebih banyak dibanjiri cahaya matahari.

Selain itu, aktivitas penduduk kota juga menyisakan penumpukan sampah dan air sungai yang kotor oleh banyaknya limbah rumah tangga. Dapat kalian hitung, berapa besar sampah yang dihasilkan setiap orang perharinya! Paling sedikit, kita setiap hari menghasilkan sampah yang berasal dari proses pembuatan makanan, kemasan minuman, dan kertas yang digunakan untuk menulis. Jika dikalikan dengan sejumlah penduduk yang ada di Jawa Barat (38.472.185 jiwa), maka berapa ton sampah yang dihasilkan penduduk setiap harinya? Belum lagi dengan sampah yang dikeluarkan oleh sisa produksi di pabrik, pasar, perniagaan, dan lain-lain. Ditambah lagi dengan limbah cair yang berasal dari limbah rumah tangga. Kota yang padat dengan jumlah penduduk berarti limbah cair yang berasal dari rumah tangga pun semakin besar jumlahnya.

Di lingkungan permukiman dan industri masalah utama yang masih tetap merupakan hal yang belum dapat terpecahkan adalah masalah limbah kota dan limbah industri. Bahan berbahaya yang dihasilkan sebagai limbah oleh kegiatan-kegiatan industri makin bertambah dan belum ada cara yang berhasil untuk menanganinya. Limbah yang ada dibuang ke sungai, ke laut, atau ke lapisan tanah atau bumi yang lebih dalam. Cara

pembuangan demikian membahayakan kelangsungan kehidupan. Contoh untuk hal ini dapat sering kita simak atau saksikan pada surat kabar maupun televisi, bagaimana ikan-ikan terdampar di pantai karena keracunan limbah berbahaya tersebut. Akibatnya masyarakat menjadi sangat khawatir untuk memakan atau mengkonsumsi ikan baik dari sungai, danau atau laut yang telah tercemar, dan akhirnya nelayanpun menjadi resah dan menurun kesejahteraannya karena tidak dapat lagi untuk melakukan pencahariannya. Terakhir mencuat masalah pencemaran bahan berbahaya yang disinyalir menyebabkan penyakit 'minamata' yang diderita oleh warga masyarakat di Teluk Buyat Minahasa Selatan sebagai akibat tercemarnya perairan teluk Buyat oleh limbah merkuri dari kegiatan pertambangan.



Gambar 10.3: Sumber-sumber kerusakan lingkungan fisik di kota-kota besar
Sumber: google.image

Sedangkan kerusakan lingkungan di desa diawali oleh terjadinya tekanan penduduk yang tinggi. Hal ini telah mengakibatkan penduduk semakin tidak memiliki lahan garapan, terlebih lagi dengan terjadinya konversi lahan pertanian menjadi lahan pemukiman, jalan, pabrik dan lain sebagainya. Akibatnya mendorong para petani untuk memperluas lahan garapannya pada daerah-daerah yang tidak layak untuk dijadikan lahan pertanian. Awalnya pada lereng-lereng gunung yang masih landai tetapi kemudian lereng-lereng gunung yang curam pun digarapnya pula. Sehingga saat ini terutama di pulau Jawa, kita sulit untuk dapat menyaksikan hutan-hutan yang utuh pada lereng-lereng gunung. Hutan-hutan yang lebat hampir tidak tersisa lagi, karena memang telah digunakan sebagai lahan-lahan pertanian. Akibatnya hutan menjadi rusak, dan kerusakan ini membawa banyak akibat yang merugikan.

Hutan mempunyai fungsi perlindungan terhadap tanah. Jika permukaan tanah tidak tertutup pepohonan atau hutan, maka tetesan air hujan yang jatuh di permukaan

tanah akan menubruk dan merusak tanah, sehingga tanah tersebut akan dengan mudah terbawa aliran air, proses ini disebut erosi. Erosi yang terjadi terus-menerus dapat mengakibatkan permukaan tanah menjadi tidak subur lagi, pada akhirnya tanah atau lahan menjadi kritis dan sulit untuk diolah atau dimanfaatkan kembali.



Gambar 10.4: Kerusakan lingkungan di desa umumnya berasal dari penggunaan lahan-lahan marginal untuk lahan pertanian
sumber: google.image

Hasil Erosi yang diendapkan di bagian-bagian sungai terutama di bagian hilir mengakibatkan pendangkalan yang selanjutnya mengurangi daya tampung sungai. Bila musim hujan tiba sungai meluapkan airnya, terjadilah banjir. Jadi dapat diperkirakan, besar kecilnya atau luas sempitnya banjir yang terjadi sangat ditentukan oleh luas sedikitnya lahan kritis atau hutan yang rusak.

Pendangkalan sungai juga berakibat buruk pada waduk atau bendungan yang berfungsi sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), karena dapat mengurangi umur waduk/bendungan tersebut. Pada sungai-sungai yang digunakan sebagai sarana lalulintas seperti sungai-sungai besar di pulau Sumatera dan Kalimantan, maka pendangkalan sungai akibat lumpur yang diendapkan hasil erosi menghambat atau menyulitkan lalulintas kapal. Akibat erosi dapat pula mengakibatkan pendangkalan saluran-saluran irigasi bahkan pelabuhan-pelabuhan sehingga akan meningkatkan biaya pemeliharaannya.

Rusaknya hutan dan meningkatnya erosi, juga menyebabkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air berkurang. Akibatnya persediaan air di dalam tanah berkurang, dan pada gilirannya di musim kemarau akan terjadi bencana kekeringan. Kalian dapat membayangkan bila terjadi kekeringan, di daerah pedesaan, bagaimana nasib petani jika sawah atau kebun mereka terlantar karena kekurangan air?

Bagaimana produksi beras dan hasil-hasil pertanian lainnya dari mereka yang juga kita butuhkan. Bagaimana listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik di bendungan di mana tenaganya bersumber dari air sungai, bila sungainya kering? Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan, betapa serius masalah kerusakan tanah dan air akibat kerusakan hutan dan cara-cara pengolahan tanah yang tidak memperhatikan usaha-usaha pengawetan tanah dan air.

Kerusakan lingkungan di kota memang lebih kompleks dibandingkan di desa. Karena sumber utama kerusakan lingkungan yaitu aktivitas manusia lebih banyak dilakukan di kota. Limbah kota, baik berwujud padat, cair, atau gas, makin bertambah seiring dengan kemajuan kota. Pencemaran yang terjadi di perkotaan, baik yang bersumber dari hasil pembakaran kendaraan bermotor maupun pabrik-pabrik industri, merupakan sumber pencemaran udara yang semakin meningkat. Akibat buruk dari pencemaran tersebut terjadi pada kesehatan masyarakat seperti penyakit saluran pernapasan, infeksi, muntaber bahkan di Indonesia banyak menimbulkan kematian bayi.

Sehubungan dengan kerusakan lingkungan, Indonesia memiliki faktor-faktor penyebab yang sangat kompleks. Karena, selain bersumber dari aktivitas manusia dan fenomena alam, Indonesia sendiri sebenarnya sedang menghadapi *the second generation* di mana fenomena degradasi lingkungan ini sedang berhadapan dengan persoalan *overpopulasi*, urbanisasi, pengangguran, ketidakmerataan penyebaran penduduk, kemiskinan, rendahnya kualitas hidup dan lain-lain.

B. KERUSAKAN LINGKUNGAN AKIBAT AKTIVITAS MANUSIA

Kerusakan lingkungan umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber-sumber alam. Kerusakan lingkungan biogeofisik yang diakibatkan oleh manusia dikategorikan sebagai bentuk pencemaran, seperti pencemaran tanah, air, dan udara.

Pencemaran, menurut SK Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup No 02/MENKLH/1988, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air/udara, dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Pencemaran lingkungan dipahami sebagai sesuatu kejadian lingkungan yang tidak diinginkan, menimbulkan gangguan atau kerusakan lingkungan bahkan dapat menimbulkan gangguan kesehatan sampai kematian. Hal-hal yang tidak diinginkan misalnya udara berbau tidak sedap, air berwarna keruh, tanah ditimbuni sampah. Hal tersebut dapat berkembang dari sekedar tidak diinginkan menjadi gangguan. Udara yang tercemar baik oleh debu, gas maupun unsur kimia lainnya dapat menyakitkan saluran pernafasan, mata menjadi pedas atau merah dan berair. Bila zat pencemar tersebut

mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), kemungkinan dapat berakibat fatal. Air yang tercemar dapat menimbulkan gangguan gatal pada kulit, atau sakit saluran pencernaan bila terminum dan dapat berakibat lebih jauh bila ternyata mengandung B3. Demikian pula halnya dengan tanah yang tercemar, yang pada gilirannya dapat mengotori sumber air didekatnya.

Pencemaran lingkungan lebih disebabkan oleh hasil aktivitas manusia daripada alam. Menurut UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Kerusakan lingkungan secara bertahap menjadi ciri dampak dari kegiatan manusia. Gejala inilah yang sering tidak disadari atau bahkan diabaikan. Beberapa gejala tersebut di antaranya adalah:

- 1) tidak adanya vegetasi atau berkurangnya tutupan lahan yang selanjutnya akan berdampak pada meningkatnya erosi dan sedimentasi di daerah rendah atau timbulnya banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau,
- 2) berubahnya bentang lahan atau kondisi tanah yang dapat menimbulkan penurunan muka airtanah atau pemerosotan nilai konservasi,
- 3) hancurnya lahan gambut yang dapat mengganggu sistem hidrologi atau mengurangi peresapan air,
- 4) meluasnya sebaran atau pekatnya kabut asap yang pada akhirnya meningkatkan korban penderita infeksi saluran pernafasan atas (ISPA).

1. Pencemaran Air

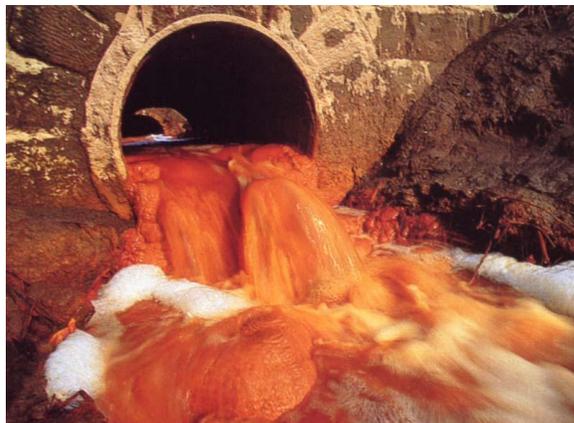
Banyak tempat di dunia terjadi kekurangan air. Pengaturan air yang kurang baik dapat menyebabkan kekurangan air, monopolisasi serta privatisasi dan bahkan menyulut konflik. Manusia dan makhluk hidup lainnya memerlukan air tidak hanya dari jumlah (kuantitas) saja, tetapi juga ketersediaan air bersih (kualitas) yang tidak tercemar. Kalau ditinjau dari segi kuantitasnya saja, maka tidak akan dapat memecahkan kebutuhan air bagi manusia. Kualitas air ditentukan oleh konsentrasi bahan kimia yang terlarut di dalam air. Permasalahan kualitas air dapat di timbulkan oleh proses alamiah maupun ulah manusia. Ada beberapa parameter kualitas air bersih seperti kaitannya dengan pengaruh terhadap erosi, sedimentasi, suhu air, kimia, dan biologi. Jika kualitas air tidak dipenuhi, maka air dapat menjadi penyebab timbulnya penyakit. Air yang kotor sangat berbahaya bagi tubuh manusia.

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan airtanah akibat aktivitas manusia. Walaupun fenomena alam seperti gunung berapi, badai, gempa bumi dll juga mengakibatkan

perubahan yang besar terhadap kualitas air, hal ini tidak dianggap sebagai pencemaran.

Meningkatnya kandungan nutrisi dapat mengarah pada eutrofikasi. Sampah organik seperti air limbah (*sewage*) menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen pada air yang menerimanya yang mengarah pada berkurangnya oksigen yang dapat berdampak parah terhadap seluruh ekosistem. Industri membuang berbagai macam polutan ke dalam air limbahnya seperti logam berat, toksin organik, minyak, nutrisi dan padatan. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat juga mengurangi oksigen dalam air.

Pencemaran diindikasikan dengan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu. Istilah tingkat tertentu tersebut merupakan suatu batas ekstrim antara keadaan: tingkat tak cemar (apabila belum sampai batas) dan tingkat cemar (telah sampai ke batas atau melewati batas). Tingkat tertentu yang dimaksud dalam definisi pencemaran air juga berarti *baku mutu air*.



Gambar 10.5: Pencemaran Air oleh Limbah Industri
Sumber: google.image

a. Standart Kualitas Air

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air. Kriteria mutu air merupakan satu dasar baku mutu air, di samping faktor-faktor lain. Baku mutu air adalah persyaratan mutu air yang disiapkan oleh suatu negara atau daerah yang bersangkutan.

Standart kualitas air diartikan sebagai ketentuan-ketentuan yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, gangguan teknis dan gangguan dari segi estetika. Di dalam keseharian, kalian dapat mengetahui kualitas air dari bau, rasa, dan warna. Air yang berkualitas adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. Walau demikian terdapat prasyarat dasar

kualitas air minum menyangkut empat aspek sebagai berikut: (1) Persyaratan biologis, (2) persyaratan kimia, (3) persyaratan fisik, (4) persyaratan radiologis.

Dalam menentukan kualitas air harus berpedoman pada baku mutu air menurut PERMENKES No. 416/MENKES/PER/IX/1990 disebutkan bahwa baku mutu air adalah kadar zat atau bahan pencemar yang terdapat dalam air untuk tetap berfungsi sesuai dengan golongan peruntukan air tersebut. Berdasarkan peruntukan tersebut, air dibagi menjadi lima golongan yaitu:

- 1) Golongan A, air pada sumber air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- 2) Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai baku untuk diolah menjadi air minum dan keperluan rumah tangga lainnya.
- 3) Golongan C, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- 4) Golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk kepentingan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha diperkotaan, industri, dan listrik tenaga air.
- 5) Golongan E, yaitu air yang tidak dapat digunakan untuk keperluan tersebut pada peruntukan air golongan A, B, C, dan D.

Perbandingan kualitas airtanah sebagai air minum memakai perbandingan kualitas air golongan A. Persyaratan kualitas air golongan A adalah sebagai berikut:

Tabel 10.1: Standart Baku Mutu Air Bersih
Menurut PERMENKES No. 416/MENKES/PER/IX/1990

No	Parameter	Satuan	Kadar Max. Yang Diperbolehkan	Keterangan
I	Fisika			
01.	Suhu	C°	± 30	Suhu Udara
02.	Warna	Skala TCU	15	TCU= True Colour Unit
03.	Bau	-	-	Tidak berbau
04.	Rasa	-	-	Tidak berasa
05.	Kekeruhan	Skala NTU	5	-
II.	Kimia			
01.	Sisa Chlor	Mg/l	-	Sebagai Cl ₂
02.	Derajat Keasaman	-	6,5-8,5	-
03.	(pH)	Mg/1	1000	-
04.	Zat padat/jumlah	Mg/1	10	Sebagai KMnO ₄
05.	Zat Organik	Mg/1	0	Sebagai CO ₂
06.	Karbonioksida agresif	°D	-	-
07.	Kesadahan Jumlah	Mg/1	200	Sebagai Ca
08.	Calsium	Mg/1	150	Sebagai Mg
09.	Magnesium	Mg/1	0,3	Sebagai Fe
10.	Besi jumlah	Mg/1	0,1	Sebagai Mn
11.	Mangan	Mg/1	1	Sebagai Cu
12.	Tembaga	Mg/1	5	Sebagai Zn
13.	Zink	Mg/1	250	Sebagai Cl

14.	Chlorida	Mg/1	400	Sebagai SO ₄
15.	Sulfat	Mg/1	0,05	Sebagai H ₂ S
16.	Sulfida	Mg/1	1,5	Sebagai ion F
17.	Fluorida	Mg/1	0	Sebagai ion NH ₂
18.	Ammoniak	Mg/1	10	Sebagai ion NO ₃
19.	Nitrat	Mg/1	1	Sebagai ion NO ₂
20.	Nitrit	Mg/1	0,002	Sebagai Phenol
21.	Phenolik	Mg/1	0,05	Sebagai As
22.	Arsen	Mg/1	0,05	Sebagai Pb
23.	Timbal	Mg/1	0,01	Sebagai Se
24.	Selenium	Mg/1	0,05	Sebagai Cr Martabat 6
25.	Chromium	Mg/1	0,1	Sebagai ion Cn
26.	Cyanida	Mg/1	0,005	Sebagai Cd
27.	Cadnium	Mg/1	0,001	Sebagai Hg
28.	Air Raksa Daya hantar listrik	pm hos/cm	-	
III	Mikrobiologi			
01.	Coliform tinja	Jumlah per 100 ml	Nihil	95 % dari sampel yang diperiksa selama setahun kadang-kadang boleh 3 per 100 ml sampel air tetapi tidak berturut-turut
02.	Total Coliform	Jumlah per 100 ml	Nihil	
IV	Radioaktivitas			
01.	Aktivitas alfa (Gross Beta activity)	Bq/l	0,1	-
02.	Aktivitas Beta (Gross Beta activity)	Bq/l	1,0	-

b. Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kualitas Air

Kualitas air dapat berubah karena adanya pencemaran, sebab semakin tinggi pencemar maka kualitas air yang dimiliki semakin rendah. Pencemaran air dapat disebabkan oleh berbagai hal dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Misalnya, meningkatnya kandungan nutrien dapat mengarah pada eutrofikasi; sampah organik seperti air comberan menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen pada air yang menerimanya dan mengarah pada berkurangnya oksigen terhadap seluruh ekosistem; Industri membuang berbagai macam polutan ke dalam air limbahnya seperti logam berat, toksin organik, minyak, nutrien dan padatan. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat juga mengurangi oksigen dalam air.

Kualitas air bagi suatu peruntukan ditentukan oleh sifat fisik, kimia, dan kandungan bakterinya. Berarti, pencemaran air juga dapat disebabkan oleh kondisi fisik daerah setempat. Kondisi fisik itu misalnya iklim, bentuk lahan, vegetasi, dan jenis tanah. Bentuk lahan sebagai salah satu kondisi fisik, merupakan bentuk permukaan bumi sebagai hasil proses-proses geomorfologi, yaitu tenaga yang ditimbulkan oleh medium alami yang ada di atmosfer (Dibyoso, 1993:3). Berbagai bentuk lahan yang tercakup dipermukaan bumi misalnya cekungan, lembah, ngarai, pegunungan, dataran rendah,

karst, dan bentuk lainnya. Walaupun fenomena alam seperti kondisi fisik daerah setempat, gunung berapi, badai, dan gempa bumi juga mengakibatkan perubahan yang besar terhadap kualitas air, hal ini tidak dianggap sebagai pencemaran.

Menurut Utaya, (1990/1991:70-79) ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air, diantaranya adalah:

1) Iklim

Unsur-unsur iklim yang berpengaruh terhadap kualitas air secara langsung misalnya curah hujan, tekanan udara, penguapan (evaporasi), dan temperatur. Hujan yang jatuh dipermukaan bumi ternyata sering membawa unsur kimia tertentu. Sebelum titik-titik air hujan jatuh dipermukaan bumi, ketika masih di udara kadang-kadang sudah bercampur dengan gas-gas di atmosfer seperti N_2 , O_2 , CO_2 , dan Cl. Unsur-unsur itu dapat berupa gas dalam air hujan tergantung pada berbagai faktor antara lain:

- a) Jarak dari tempat terjadinya hujan hingga pantai atau laut sebagai sumber uap air di atmosfer.
- b) Jumlah dan jenis industri yang terdapat diantara kedua tempat tersebut.
- c) Ada dan tidaknya pengaruh aktivitas vulkanis di daerah tersebut

2) Geologi

Kandungan unsur kimia dalam air sangat tergantung pada formasi geologi tempat air itu berada dan formasi geologi tempat dilaluinya air. Apabila selama perjalanannya air tersebut melalui suatu batuan yang mengandung silikat, maka air tersebut akan mengandung silikat, apabila air tersebut melalui batuan yang mengandung besi maka secara otomatis air akan mengandung besi, demikian seterusnya untuk unsur-unsur kimia lainnya. Disamping itu, peran formasi geologi tempat air tinggal juga banyak berperan terhadap kualitas air, sebab air mempunyai sifat melarutkan batuan yang ditempati dan dilaluinya. Secara garis besar batuan di muka bumi ini dapat dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan metamorf. Kondisi ketiga batuan ini berbeda dalam bentuk, struktur, bahkan kekerasan serta susunan kimianya. Sehingga air yang melalui ketiga batuan ini, kandungan kimia dan konsentrasinya akan berbeda, karena susunan kimia masing-masing jenis batuan tersebut berbeda dan kemudahan untuk dilarutkan juga berbeda.

3) Vegetasi

Vegetasi mempunyai peran yang cukup besar terhadap kualitas air yang melaluinya. Terutama vegetasi yang telah mati akan membusuk dan akan mengeluarkan unsur-unsur hara seperti N, P, K dan sebagainya, yang selalu siap dilarutkan dan dibawa oleh air yang melaluinya.

Peran lain dari pembusukan vegetasi adalah pada pH tanah. Tanah yang banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan yang telah mati relatif akan mempunyai pH yang

rendah atau bersifat asam. Sifat asam air ini lebih lanjut akan banyak berpengaruh terhadap yang besar pada pelarutan unsur kimia tertentu, sebab pH mempunyai pengaruh yang besar pada pelarutan unsur-unsur kimia di dalam air. Misalnya pada pH di bawah 10,5 unsur Mg akan larut dalam air, namun pada pH lebih dari 10,5 ion Mg akan mengendap.

4) Aktivitas Manusia

Sewaktu jumlah manusia di bumi masih sedikit, kondisi potensi sumber daya alam masih mampu mengatasi masalah kerusakan yang ditimbulkan oleh manusia. Pertumbuhan jumlah manusia yang sangat tinggi menuntut kebutuhan hidup yang lebih tinggi. Manusia mengeksploitasi alam untuk dimanfaatkan. Tidak dapat di pungkiri bahwa sisa-sisa pemanfaatan sumber daya alam merupakan masalah tersendiri. Disatu sisi alam rusak oleh eksploitasi manusia, disisi lain manusia membuang sampah ke dalam alam yang justru memperparah kondisi alam sendiri.

Pertumbuhan jumlah penduduk selalu diikuti pula oleh peningkatan kemampuan teknologinya. Hal ini juga justru memperparah keadaan, sebab dengan teknologi manusia mampu memeras alam habis-habisan, dan dengan teknologi pula manusia akan menghasilkan sisa sampah buangan secara besar-besaran dengan kualitas atau kadar yang sangat berat. Kerusakan alam oleh aktivitas manusia pada tubuh-tubuh air seperti dalam bidang industri, bidang pertambangan, bidang pertanian maupun dalam kehidupan masyarakat sehari-hari telah banyak menimbulkan masalah pencemaran, yang sampai sekarang terus berlangsung intensif.

5) Waktu

Waktu merupakan faktor yang tidak langsung berpengaruh terhadap kualitas air. Waktu hanya berperan pada lama tidaknya kontak air dengan batuan atau tanah dan sumber pencemaran lain. Secara logika dapat dikatakan bahwa semakin lama kontak antara benda satu dengan benda lainnya akan semakin intensif reaksi atau percampuran antara benda yang berhubungan tersebut. Demikian juga kontak antara air dengan benda (batuan dengan sumber lain) akan semakin intensif apabila kontak semakin lama, sehingga berpengaruh besar terhadap besarnya konsentrasi ion dalam air. Semakin lama air menempati pori-pori batuan, akan semakin besar konsentrasi ion dalam air. Demikian juga semakin jauh air melewati batuan dan semakin lambat air mengalir melewati batuan, maka semakin besar konsentrasi ion dalam air.

c. Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Dewasa ini kebutuhan air minum untuk memenuhi aktivitas penduduk makin meningkat. Peningkatan itu terjadi bukan hanya karena penduduk yang bertambah, tetapi juga karena aktivitas yang membutuhkan air meningkat. Peningkatan kebutuhan atau *demand* terhadap air secara umum dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu: (1) Air untuk keperluan konsumsi domestik atau rumah tangga misalnya untuk mandi,

mencuci, memasak, dan minum. (2) Air untuk keperluan pengairan lahan pertanian misalnya untuk irigasi, mengairi sawah Perikanan, dan usaha tani lainnya. (3) Air untuk kegiatan industri misalnya untuk pembangkit listrik, proses produksi, transportasi, dan kegiatan yang lainnya. Menurut Syamsuri, peningkatan kebutuhan air mencapai 4-8% pertahun. Peningkatan tersebut perlu diantisipasi secara baik agar tidak terjadi krisis air dimasa mendatang, seperti yang telah terjadi di beberapa wilayah Indonesia.

Diperkirakan kebutuhan rata-rata air bersih setiap individu adalah sekitar 27 hingga 200 liter perhari. Kebutuhan dasar tersebut bisa berbeda-beda tergantung keadaan geografis dan karakteristik individu yang bersangkutan. Namun, secara keseluruhan, baku minimum untuk memenuhi kebutuhan dasar minum, sanitasi, mandi, dan memasak rata-rata sebanyak 50 liter per orang per hari (Gleick, 1996).

Sebagai contoh kebutuhan air kota Jakarta dengan kapasitas produksi air bersih hanya sekitar 17.285 liter per detik pada tahun 1987, hanya mampu melayani sekitar 30-40% penduduk. Hal ini belum diperhitungkan juga kebutuhan air bersih bagi hotel, perkantoran, industri, rumah sakit, pertamanan, rumah-rumah ibadah, dan sebagainya, maka ancaman akan devisa air betul-betul dirasakan (Warta Demografi, 2001:10).

Kebutuhan air bersih untuk setiap individu selain tergantung pada banyak sedikitnya aktivitas juga tergantung pada kondisi sosial ekonomi dan tempat tinggalnya. Linsley dan Franzini (1986) menjelaskan, bahwa penggunaan air berbeda antara satu kota dengan kota lainnya, tergantung pada cuaca, ciri-ciri masyarakat, masalah lingkungan hidup, penduduk, industrialisasi, dan faktor-faktor lainnya. Menurut Priyono (1990) bahwa rata-rata perhari perkapita konsumsi air bervariasi, untuk ukuran Indonesia 90 liter sampai 140 liter, sedangkan di Amerika Serikat 130 liter sampai 2000 liter, sedangkan banyaknya air untuk keperluan primer tiap jiwa adalah:

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| 1. Mandi 2 kali sehari | = 90 liter |
| 2. Mencuci | = 25 liter |
| 3. Memasak dan minum | = 15 liter |
| 4. Air pengelontor untuk WC | = 10 liter |
| Jumlah | = 140 liter |

Sedangkan untuk kebutuhan yang lain (skunder) relatif masih banyak, yaitu:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Air wudlu 5 kali @ 8 liter | = 40 liter |
| 2. Membersihkan lantai | = 1-1,5 liter/m ² |
| 3. Menyiram tanaman/halaman | = 0,5-1,0 liter/m ² |
| 4. Mencuci motor/mobil | = 100-150 liter/mobil |

Banyaknya keperluan air perorang tiap hari untuk daerah pedesaan antara 60-80 liter, sedangkan untuk daerah perkotaan dengan penduduk 50.000 jiwa adalah 80-120 liter, dan jika jumlah penduduk lebih dari 50.000 banyaknya air yang dibutuhkan 120-200 liter. Menurut Lee (1980:6), bahwa manusia membutuhkan pasokan air yang rutin, yaitu sekitar 1-2 liter/orang/hari untuk orang dewasa guna mempertahankan fungsi-fungsi yang normal, dan untuk mengimbangi kehilangan air karena penguapan.

Untuk memenuhi cukup tidaknya persediaan air dapat dilakukan dengan cara membandingkan jumlah persediaan air bersih yang ada dengan kebutuhan air bersih. Hal itu sangat penting mengingat laju pertumbuhan penduduk yang masih relatif besar. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah kualitas air dari sumber air bagi kesehatan manusia. Mengingat air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi manusia, sehingga apabila air itu tercemar, dikhawatirkan mengganggu kesehatan penduduk yang mengkonsumsi air tersebut sehari-hari. Evaluasi ini penting untuk mengetahui kualitas airtanah yang akan diteliti, apakah layak dan dapat menyediakan kebutuhan air bersih masyarakat, sehingga segala sesuatu yang menyangkut proyek penyediaan air bersih, tidak akan terjadi kesalahan prosedur kebijakan diakhir kerja.

2. Pencemaran Udara

Udara merupakan komponen lingkungan alam yang mempengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Agar udara dapat bermanfaat sebesar-besarnya bagi pelestarian fungsi lingkungan hidup, maka udara perlu dipelihara, dijaga dan dijamin mutunya dari segala unsur pencemarannya.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.



Gambar 10.6: Asap pabrik merupakan sumber pencemaran udara akibat aktivitas manusia
Sumber: google.image

a. Bahan dan Sumber Pencemaran Udara

Pencemar udara dibedakan menjadi pencemar primer dan pencemar sekunder. Pencemar primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara. Karbon monoksida adalah sebuah contoh dari pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran. Pencemar sekunder adalah

substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam smog fotokimia adalah sebuah contoh dari pencemaran udara sekunder.

Pencemaran udara berasal dari sumber yang beragam, baik disebabkan oleh hasil aktivitas manusia maupun sumber alami. Sumber-sumber pencemaran yang berasal dari hasil aktivitas manusia, seperti transportasi, industri, pembangkit listrik, pembakaran (perapian, kompor, *furnace*, insinerator dengan berbagai jenis bahan bakar), transportasi amonia, kebocoran tangki klor, timbulan gas metana dari lahan uruk/tempat pembuangan akhir sampah, dan uap pelarut organik. Sedangkan yang termasuk pada sumber pencemaran alami, seperti gunung berapi, rawa-rawa, kebakaran hutan, dan nitrifikasi dan denitrifikasi biologi.

Pemerintah menetapkan bahwa pencemaran udara adalah adanya emisi yaitu zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Sumber emisi adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan emisi dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak maupun sumber tidak bergerak spesifik.

Sumber bergerak adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor. Sumber bergerak spesifik adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut dan kendaraan berat lainnya; Sumber tidak bergerak adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat; Sumber tidak bergerak spesifik adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat yang berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.

Terdapat 7 unsur pencemar utama dalam udara, yaitu Karbon monoksida (CO), Oksida nitrogen (NO₂), Oksida sulfur (SO₂), CFC, Hidrokarbon (HC), Ozone, Timbal (Pb), dan Partikulat. Bahan pencemaran udara diuraikan sebagai berikut:

1) Karbon monoksida

Asap kendaraan merupakan sumber hampir seluruh karbon monoksida yang dikeluarkan di banyak daerah perkotaan. Karena itu, strategi penurunan kadar karbon monoksida yang berhasil bergantung terutama pada pengendalian emisi otomatis seperti pengubah kalitis, yang mengubah sebagian besar karbon monoksida menjadi karbon dioksida. Kendali semacam itu secara nyata telah menurunkan emisi dan kadar konsentrasinya yang menyelimuti kota-kota di seluruh dunia industri. Di Jepang, tingkat kadar karbon monoksida di udara menurun sampai 50 % antara tahun 1973 dan 1984, sementara di AS tingkat karbon monoksida turun 28 % antara tahun 1980 dan 1989, walaupun terdapat kenaikan 39 % untuk jarak kilometer yang ditempuh. Namun kebanyakan dunia negara berkembang mengalami kenaikan tingkat karbon monoksida, seiring dengan penambahan jumlah kendaraan dan kepadatan lalu lintas. Perkiraan

kasar WHO menunjukkan bahwa konsentrasi karbon monoksida yang tidak sehat mungkin terdapat pada paling tidak separo kota di dunia.

2) Nitrogen Oksida

Nitrogen oksida yang terjadi ketika panas pembakaran menyebabkan bersatunya oksigen dan nitrogen yang terdapat di udara memberikan berbagai ancaman bahaya. Zat nitrogen oksida menyebabkan kerusakan paru-paru. Setelah bereaksi di atmosfer, zat ini membentuk partikel-partikel nitrat amat halus yang menembus bagian terdalam paru-paru. Partikel-partikel nitrat ini pula, jika bergabung dengan air baik air di paru-paru atau uap air di awan akan membentuk asam. Akhirnya zat-zat oksida ini bereaksi dengan asap bensin yang tidak terbakar dan zat-zat hidrokarbon lain di sinar matahari dan membentuk ozon rendah atau "smog" kabut berwarna coklat kemerahan yang menyelimuti sebagian besar kota di dunia.

3) Sulfur Dioksida

Emisi sulfur dioksida terutama timbul dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur terutama batubara yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik atau pemanasan rumah tangga. Sistem pemantauan lingkungan global yang disponsori PBB memperkirakan bahwa pada 1987 dua pertiga penduduk kota hidup di kota-kota yang konsentrasi sulfur dioksida di udara sekitarnya di atas atau tepat pada ambang batas yang ditetapkan WHO. Gas yang berbau tajam tapi tak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma dan, karena gas ini menetap di udara, bereaksi dan membentuk partikel-partikel halus dan zat asam.

4) Benda Partikulat

Zat ini sering disebut sebagai asap atau jelaga sehingga merupakan pencemar udara yang paling kentara dan biasanya paling berbahaya. Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah "partikel-partikel halus" butiran-butiran yang begitu kecil sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Sebagian besar partikel halus ini terbentuk dengan polutan lain, terutama sulfur dioksida dan oksida nitrogen, dan secara kimiawi berubah dan membentuk zat-zat nitrat dan sulfat. Di beberapa kota, sampai separo jumlah benda partikulat yang disebabkan oleh manusia terbentuk dari perubahan sulfur dioksida menjadi partikel sulfat di atmosfer. Di kota-kota lain, zat-zat nitrat yang terbentuk dari proses yang sama dari oksida-oksida nitrogen dapat membentuk sepertiga atau lebih benda partikulat. Sistem Pemantauan Lingkungan global PBB memperkirakan pada 1987, 70 % penduduk kota di dunia hidup di kota-kota dengan partikel yang mengambang di udara melebihi ambang batas yang ditetapkan WHO.

5) Hidrokarbon

Zat ini kadang-kadang disebut sebagai senyawa organik yang mudah menguap (*volatile organic compounds/VOC*), dan juga sebagai gas organik reaktif (*reactive organic*

gases/ROG). Hidrokarbon merupakan uap bensin yang tidak terbakar dan produk samping dari pembakaran tak sempurna. Jenis-jenis hidrokarbon lain, yang sebagian menyebabkan leukemia, kanker, atau penyakit-penyakit serius lain, berbentuk cairan untuk cuci-kering pakaian sampai zat penghilang lemak untuk industri.

6) Ozon atau Asap Kabut Fotokimiawi

Ozon, terdiri dari beratus-ratus zat kimiawi yang terdapat dalam asap kabut, terbentuk ketika hidrokarbon pekat di perkotaan bereaksi dengan oksida nitrogen. Tetapi, karena salah satu zat kimiawi itu, yaitu ozon, adalah yang paling dominan, pemerintah menggunakannya sebagai tolok ukur untuk menetapkan konsentrasi oksidan secara umum. Ozon merupakan zat oksidan yang begitu kuat (selain klor) sehingga beberapa kota menggunakannya sebagai disinfektan pasokan air minum. Banyak ilmuwan menganggapnya sebagai polutan udara yang paling beracun. Pada hewan percobaan laboratorium, ozon menyebabkan luka dan kerusakan sel yang mirip dengan yang diderita para perokok. Karena emisi oksida nitrogen dan hidrokarbon semakin meningkat, tingkat ozon bahkan di pedesaan telah berlipat dua, dan kini mendekati tingkat membahayakan bagi banyak spesies.

7) Timah

Logam berwarna kelabu keperakan yang amat beracun dalam setiap bentuknya ini merupakan ancaman yang amat berbahaya bagi anak di bawah usia 6 tahun, yang biasanya mereka telan dalam bentuk serpihan cat pada dinding rumah. Logam berat ini merusak kecerdasan, menghambat pertumbuhan, mengurangi kemampuan untuk mendengar dan memahami bahasa, dan menghilangkan konsentrasi. Bahkan pajanan dengan tingkat yang amat rendah sekalipun tampaknya selalu diasosiasikan dengan rendahnya kecerdasan. Karena sumber utama timah adalah asap kendaraan berbahan bakar bensin yang mengandung timah, maka polutan ini dapat ditemui di mana ada mobil, truk, dan bus. Bahkan di negara-negara yang telah berhasil menghapuskan penggunaan bensin yang mengandung timah, debu di udara tetap tercemar karena penggunaan bahan bakar ini selama puluhan tahun. Di Kota Meksiko City, misalnya, tujuh dari 10 bayi yang baru lahir memiliki kadar timah dalam darah lebih tinggi daripada standar yang diizinkan WHO.

Di samping timah, banyak sekali zat beracun lain menambah beban kandungan polutan di daerah perkotaan. Zat-zat ini mulai dari asbes dan logam berat (seperti kadmium, arsenik, mangan, nikel dan zink) sampai bermacam-macam senyawa organik (seperti benzene dan hidrokarbon lain dan aldehida). Perusahaan-perusahaan di AS mengeluarkan sedikitnya 1,2 juta metrik ton zat beracun ke udara pada tahun 1987. Badan Perlindungan Lingkungan AS memperkirakan bahwa pajanan terhadap polutan-polutan tersebut mengakibatkan antara 1.700 sampai 2.700 jenis kanker per tahun.

b. Dampak Pencemaran Udara

Udara bersih adalah komponen yang amat vital bagi keberlanjutan kehidupan manusia. Betapa tidak, seseorang mungkin bisa memilih air yang akan diminum dan makanan yang akan dimakan sesuai dengan standar kesehatan. Namun, seseorang tidak mampu memilih apakah udara yang dia hirup sehat atau tidak. Setiap waktu kita bernafas, seorang dewasa rata-rata menghirup lebih dari 3.000 gallon (11,4 m³) udara tiap hari. Udara yang kita hirup, jika tercemar oleh bahan berbahaya dan beracun, akan berdampak serius pada kesehatan kita, terutama anak-anak yang lebih banyak bermain di udara terbuka dan lebih rentan daya tahan tubuhnya.

Walaupun tidak terlihat oleh kasat mata, pencemar di udara mengancam kehidupan kita dan makhluk hidup lainnya. Berikut merupakan dampak-dampak pencemaran udara.

1) Dampak Kesehatan

Substansi pencemar yang terdapat di udara dapat masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernapasan. Jauhnya penetrasi zat pencemar ke dalam tubuh bergantung kepada jenis pencemar. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat mencapai paru-paru. Dari paru-paru, zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Sedangkan karbon monoksida yang secara rutin mencapai tingkat tak sehat di banyak kota dapat mengakibatkan kecilnya berat badan janin, meningkatnya kematian bayi dan kerusakan otak, bergantung pada lamanya seorang wanita hamil terpajan, dan bergantung pada kekentalan polutan di udara. Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISPA (infeksi saluran pernapasan akut), termasuk di antaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Beberapa zat pencemar dikategorikan sebagai toksik dan karsinogenik. Studi ADB memperkirakan dampak pencemaran udara (PM₁₀, NO₂, SO₂) di Jakarta yang berkaitan dengan kematian prematur, perawatan rumah sakit, berkurangnya hari kerja efektif, dan ISPA pada tahun 1998 senilai dengan 1,8 trilyun rupiah dan akan meningkat menjadi 4,3 trilyun rupiah di tahun 2015.

2) Dampak terhadap tanaman

Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dapat terganggu pertumbuhannya dan rawan penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis.

3) Hujan asam

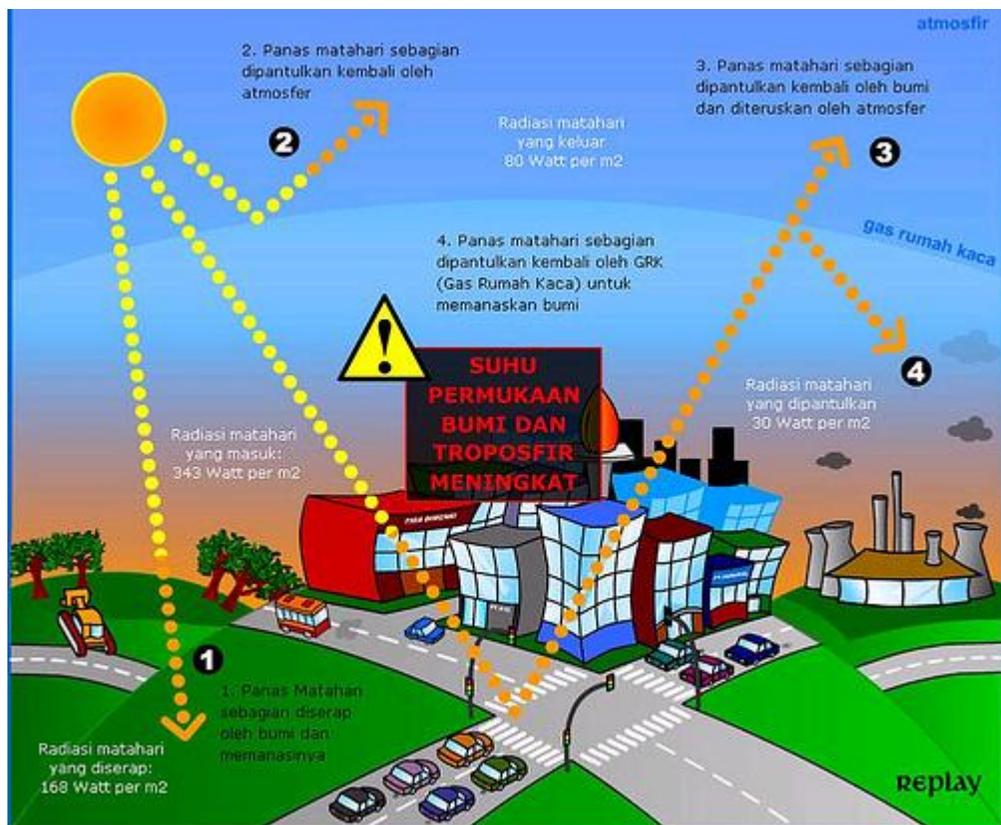
PH normal air hujan adalah 5,6 karena adanya CO₂ di atmosfer. Pencemar udara seperti SO₂ dan NO₂ bereaksi dengan air hujan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini antara lain:

- Mempengaruhi kualitas air permukaan
- Merusak tanaman
- Melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas airtanah dan air permukaan
- Bersifat korosif sehingga merusak material dan bangunan

4) Efek rumah kaca

Efek rumah kaca disebabkan oleh keberadaan CO₂, CFC, metana, ozon, dan N₂O di lapisan troposfer yang menyerap radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Akibatnya panas terperangkap dalam lapisan troposfer dan menimbulkan fenomena pemanasan global (*global warming*). Dampak dari pemanasan global adalah:

- Pencairan es di kutub
- Perubahan iklim regional dan global
- Perubahan siklus hidup flora dan fauna



Gambar 10.7: Efek rumah kaca salah satu penyebab pemanasan global
Sumber: google.image

5) Kerusakan lapisan ozon

Lapisan ozon yang berada di stratosfer (ketinggian 20-35 km) merupakan pelindung alami bumi yang berfungsi memfilter radiasi ultraviolet B dari matahari. Pembentukan dan penguraian molekul-molekul ozon (O₃) terjadi secara alami di stratosfer. Emisi CFC yang mencapai stratosfer dan bersifat sangat stabil menyebabkan laju penguraian molekul-molekul ozon lebih cepat dari pembentukannya, sehingga terbentuk lubang-lubang pada lapisan ozon. Kerusakan lapisan ozon menyebabkan sinar UV-B matahari tidak terfilter dan dapat mengakibatkan kanker kulit serta penyakit pada tanaman.

3. Pencemaran Tanah

Tanah merupakan salah satu komponen lingkungan alam yang mempunyai kemampuan menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Akibat kegiatan manusia, kerusakan tanah telah banyak terjadi. Kerusakan pada tanah berarti menurunnya kualitas tanah sehingga menyebabkan hilang atau berkurangnya kemampuan tanah dalam menunjang kehidupan manusia, baik sebagai media tumbuhnya tanaman maupun fungsi lainnya, baik yang disebabkan oleh bencana alam terutama hasil aktivitas manusia. Menurut PP No. 150 th. 2000, bahwa kerusakan tanah untuk produksi biomassa adalah berubahnya sifat dasar tanah yang melampaui kriteria baku kerusakan tanah.



Gambar 10.8: Tong yang dipendam di bawah tanah yang bocor bisa mencemari tanah
Sumber: google.image

a. Penyebab Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Pencemaran biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*).

Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari airtanah dan udara di atasnya.

Pencemaran tanah dapat digaribawahi disebabkan oleh limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian.

1) Limbah domestik

Limbah domestik dapat berasal dari daerah pemukiman penduduk, perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain, kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta, dan aktivitas wisata. Limbah domestik dapat berupa limbah padat dan cair. Limbah padat berupa sampah anorganik. Jenis sampah ini tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (non-biodegradable), misalnya kantong plastik, bekas kaleng minuman, bekas botol plastik air mineral, dsb. Sedangkan limbah cair domestik dapat berupa tinja, deterjen, oli, cat, jika meresap ke dalam tanah akan merusak kandungan airtanah bahkan dapat membunuh mikroorganisme di dalam tanah.



Gambar 10.9: kantong plastik, bekas kaleng minuman, bekas botol plastik air mineral merupakan jenis sampah yang tidak dapat diuraikan

2) Limbah industri

Limbah industri berasal dari pabrik-pabrik sebagai hasil dari suatu proses produksi. Limbah industri dapat berupa limbah padat dan cair. Limbah industri padat merupakan hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll. Sedangkan limbah industri cair merupakan hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat-zat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam.

3) Limbah pertanian

Para petani dalam mengolah lahan maupun memelihara tanaman pertaniannya sering menggunakan pupuk sintetis dan pestisida untuk meningkatkan produktifitasnya. Walau demikian, penggunaan bahan kimia yang berlebihan sangat tidak ramah lingkungan, diantaranya akan menimbulkan limbah yang dapat mencemari tanah dan air. Limbah pertanian berupa sisa-sisa pupuk sintetis untuk menyuburkan tanah/ tanaman, misalnya pupuk urea.

Pestisida dapat digolongkan menjadi dua golongan besar yaitu pestisida yang mudah larut (hancur) dan pestisida yang sukar hancur. Golongan yang sukar hancur (larut) merupakan polusi pestisida yang utama. Disamping sukar larut jenis pestisida ini diserap oleh butir-butir tanah halus seperti halnya unsur P sehingga lebih banyak terangkut ke tempat lain bersama tanah-tanah yang tererosi. Seperti halnya unsur hara, polusi pestisida banyak menimbulkan masalah pada persediaan air, terutama mengganggu pada bidang kesehatan.

Ada hal yang perlu diketahui yaitu terjadinya proses *biomagnification* melalui siklus rantai makanan untuk beberapa jenis pestisida terutama yang dapat diserap dengan kuat dalam jaringan tubuh seperti DDT. Dengan proses ini pestisida yang mula-mula berkonsentrasi sangat kecil yang tidak membahayakan lalu semakin banyak dan menjadi fatal (dapat menyebabkan kematian).



Gambar 10.10: Pencemaran tanah juga diakibatkan oleh penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan
Sumber: google.image

Selain akibat ulah manusia, pencemaran tanah juga dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain sebagai berikut:

- 1) Perusakan hutan

- 2) Akibat dari hutan yang rusak dapat mengurangi daya serap tanah dan mengurangi kemampuan dalam menampung dan menahan air, sehingga tanah mudah tererosi.
- 3) Proses kimiawi air hujan
- 4) Air hujan merupakan faktor utama terjadinya kerusakan tanah melalui proses perubahan kimiawi dan sebagian lagi karena proses mekanis.
- 5) Proses mekanis air hujan
- 6) Air hujan yang turun sangat deras dapat mengikis dan menggores tanah di permukaannya sehingga bisa terbentuk selokan. Pada daerah yang tidak bervegetasi, hujan lebat dapat menghanyutkan tanah berkubik-kubik dan kehilangan unsur hara dan bahan organik dari daerah perakaran. Air hujan dapat pula menghanyutkan lumpur dan terjadinya longsor, sehingga terjadi banjir lumpur di daerah hilir. Selain itu, dari air hujan dapat mengakibatkan terkumpulnya garam di daerah perakaran (salinisasi) dan penjujukan tanah oleh air (*waterlogging*).
- 7) Aktivitas manusia dalam mengolah lahan atau tanah yang tidak memperhatikan kaidah konservasi dapat mempercepat rusaknya tanah.

b. Dampak Pencemaran Tanah

Timbulan sampah yang berasal dari limbah domestik dapat mengganggu/mencemari karena: lindi (air sampah), bau, dan estika. Timbulan sampah juga menutupi permukaan tanah sehingga tanah tidak bisa dimanfaatkan. Selain itu, timbunan sampah dapat menghasilkan gas nitrogen dan asam sulfida, adanya zat mercury, chrom dan arsen pada timbunan sampah dapat menimbulkan gangguan terhadap bio tanah, tumbuhan, merusak struktur permukaan dan tekstur tanah. Limbah lain seperti oksida logam, baik yang terlarut maupun tidak pada permukaan tanah menjadi racun.



Gambar 10.11: Timbulan sampah domestik dapat mencemari tanah
Sumber: dokumen penulis

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Kromium, berbagai

macam pestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi.

Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia. Merkuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati. PCB dan siklodiena terkait pada keracunan hati. Organofosfat dan karmabat dapat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat. Terdapat beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan kematian.

Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Bahkan jika efek kimia pada bentuk kehidupan terbawah tersebut rendah, bagian bawah piramida makanan dapat menelan bahan kimia asing yang lama-kelamaan akan terkonsentrasi pada makhluk-makhluk penghuni piramida atas. Banyak dari efek-efek ini terlihat pada saat ini, seperti konsentrasi DDT pada burung menyebabkan rapuhnya cangkang telur, meningkatnya tingkat kematian anakan dan kemungkinan hilangnya spesies tersebut.

Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Hal ini dapat menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman di mana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama.

Kerusakan tanah yang utama adalah akibat erosi. Erosi tidak hanya menyebabkan kerusakan tanah di tempat erosi, tetapi juga kerusakan-kerusakan di tempat lain yaitu hasil-hasil erosi tersebut diendapkan. Kerusakan tanah di tempat terjadinya erosi terutama akibat hilangnya sebagian tanah dari tempat tersebut karena erosi. Hilangnya sebagian tanah ini mengakibatkan hal-hal berikut:

- 1) penurunan produktifitas tanah;
- 2) kehilangan unsur hara yang diperlukan tanaman;
- 3) kualitas tanaman menurun;
- 4) laju infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air berkurang;

- 5) struktur tanah menjadi rusak;
- 6) lebih banyak tenaga diperlukan untuk mengolah tanah;
- 7) erosi gully dan tebing (longsor) menyebabkan lahan terbagi-bagi dan mengurangi luas lahan yang dapat ditanami; dan
- 8) pendapatan petani berkurang.

Erosi memindahkan tanah berikut senyawa-senyawa kimia yang ada di dalamnya seperti unsur-unsur hara tanaman (N, fosfor, bahan organik dan sebagainya). Selain itu, hasil erosi juga akan membawa sisa-sisa pestisida dan herbisida (DDT, Endrin dan lain-lain) yang dapat merusak tanah di tempat penerima hasil erosi. Pengendapan bahan-bahan tanah berikut senyawa-senyawa kimia yang dikandungnya dapat dikatakan sebagai polusi (pencemaran) di tempat tersebut. Pencemaran yang disebabkan oleh bahan-bahan padat tanah disebut *polusi sedimen*. Pengendapan ini dapat menyebabkan:

- 1) Pendangkalan sungai sehingga kapasitas sungai menurun. Akibatnya menambah terjadinya banjir, apalagi kalau banyak air mengalir sebagai aliran permukaan (*run off*) karena hilangnya vegetasi di daerah hulu.
- 2) Tanah-tanah yang subur kadang-kadang menjadi rusak karena tertimbun oleh tanah-tanah kurus atau batu-batuan, pasir, kerikil dari tempat lain.
- 3) Apabila digunakan untuk air minum, air yang kotor itu perlu lebih banyak biaya untuk membersihkannya.
- 4) Karena air yang keruh, maka mengurangi fotosintesis dari tanaman air (karena sinar matahari sulit menembus air).
- 5) Perubahan-perubahan dalam jumlah bahan yang diangkut mempengaruhi keseimbangan sungai tersebut. Apabila terjadi pengendapan di suatu dam, maka air yang telah kehilangan sebagian dari bahan yang diangkutnya tersebut akan mencari keseimbangan baru dengan mengikis dasar saluran atau pondasi dari dam tersebut sehingga menyebabkan kerusakan.
- 6) Kadang-kadang polusi sedimen dapat memberi pengaruh baik yaitu bila terjadi pengendapan tanah subur, misalnya tanah-tanah aluvial di sekitar sungai.

Pencemaran oleh senyawa-senyawa kimia yang ada di dalam tanah disebut polusi kimia. Polusi kimia dari tanah dapat dibedakan menjadi polusi kimia dari unsur hara (pupuk) dan polusi kimia dari pestisida/herbisida. Beberapa akibat dari polusi kimia tanah, sebagai berikut:

- 1) Polusi unsur hara N dan P pada air irigasi memberi akibat baik karena dapat menyuburkan tanaman.
- 2) Polusi N pada air minum dapat membahayakan kesehatan. Misalnya terlalu banyak Nitrat akan menyebabkan penyakit pada bayi yang dikenal dengan nama Metahemoglobinemia.
- 3) Polusi unsur hara di danau dapat mengganggu keseimbangan biologis. Danau yang tadinya miskin unsur hara (oligotropik) diperkaya unsur P dan unsur hara lain

sehingga kesuburannya meningkat menjadi sedang (mesotropik), seterusnya menjadi subur (eutropik). Proses ini disebut proses eutrofikasi.

Sebagai akibat proses eutrofikasi ini maka terjadilah perkembangan algae yang sangat banyak (*algae bloom*), sehingga mengurangi tersedianya oksigen bagi ikan dan makhluk lain yang hidup dalam air tersebut. Selain itu air yang penuh algae akan mempunyai rasa dan bau yang tidak enak untuk keperluan air minum.



Gambar 10.12: Tahukah Anda? Berapa lama waktu pembusukan dari benda-benda yang anda buang ke tanah, sungai, danau, atau laut?

Sumber: BPLHD Jabar

C. KERUSAKAN LINGKUNGAN AKIBAT BENCANA ALAM

Bencana terjadi, ketika perubahan fisik, kimiawi, atau biologis lingkungan, baik lingkungan terrestrial (daratan) maupun di lingkungan akuatik (perairan), menyebabkan jatuhnya korban manusia atau kerugian harta benda. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1996), bencana diidentikkan dengan malapetaka, kecelakaan,

atau marabahaya, yaitu sesuatu yang menyebabkan (menimbulkan) kesusahan, kerugian, atau penderitaan.

Perlu anda pahami, perubahan fisik, kimiawi, atau biologis lingkungan tidak serta merta menyebabkan bencana atau langsung memakan korban manusia dan merugikan harta benda. Bencana dapat saja hanya merupakan potensi. Korban manusia baru ada atau kerugian harta benda baru dirasakan setelah ada selang waktu tertentu atau selang waktu yang cukup lama antara terjadinya perubahan lingkungan tersebut dan adanya korban atau kerugian.

Karena pada akhirnya bencana itu menimbulkan korban manusia dan kerugian harta benda, segala bentuk perubahan, baik fisik, kimiawi, maupun biologis yang terjadi pada lingkungan di semua tempat di dunia serta dampaknya terhadap kondisi lingkungan, maka harus diperhatikan dan diwaspadai dari waktu ke waktu. Dengan kalimat lain, langkah atau tindakan sangat diperlukan untuk (1) memprediksi datangnya bencana, sehingga sedapat mungkin menghindarinya, (2) mengatasi hal-hal yang merugikan atau menimbulkan dampak negatif ikutan selama terjadinya bencana, dan (3) memulihkan kondisi senormal mungkin sesudah terjadinya bencana. Secara umum, tindakan pertama itu disebut pencegahan atau mitigasi, sedangkan tindakan kedua dan ketiga disebut penanggulangan kerusakan dan bencana.

Pada bagian ini anda akan mempelajari tentang kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh bencana alam. Bencana alam dapat terjadi kapan saja dan dimana saja. Karena itu, anda harus memahami tentang jenis dan sifat bencana alam, gejala-gejala yang muncul serta upaya pencegahan dan penanggulangannya.

1. Jenis dan Sifat Bencana Alam

Pada dasarnya, bencana yang terjadi pada lingkungan terrestrial disebabkan oleh dua kegiatan, yaitu kegiatan alam dan kegiatan manusia. Kegiatan alam memang terjadi secara alami dan tidak dikendalikan oleh manusia. Bencana yang ditimbulkannya bisa langsung disebut bencana alam. Kegiatan alam yang umum dikenal adalah pergeseran lempeng (yang selanjutnya dapat menimbulkan gempa bumi vulkanik, gempa bumi tektonik, atau tsunami), letusan gunung api, tanah longsor, banjir, dan angin puyuh (angin puting beliung, badai tropis). Sebaliknya, kegiatan manusia tentunya melibatkan dan dikendalikan oleh manusia, baik dalam bentuk perorangan maupun kelompok. Bencana yang ditimbulkannya memang tidak diistilahkan secara khusus.

Beberapa kegiatan manusia yang pada akhirnya sangat berpotensi menimbulkan bencana adalah penambangan, penebangan hutan, pembangunan permukiman, pengubahan fungsi lahan (dari daerah resapan ke pertanian), serta pembakaran lahan dan hutan. Walaupun terdapat dua faktor penyebab, masyarakat dan bahkan pemerintah sekalipun seringkali mengesampingkan kenyataan bahwa kegiatan manusia dapat memicu terjadinya bencana. Masalahnya, bencana akibat kegiatan manusia memiliki ciri berikut:

- 1) lebih mirip dengan bencana yang disebabkan oleh kejadian alam daripada disebabkan oleh kegiatan manusia; misalnya, banjir bandang,
- 2) tidak terlihat langsung secara fisik atau dampaknya tidak terjadi langsung setelah kegiatan dilaksanakan, karena masih merupakan potensi; misalnya, hilangnya sumber air, turunnya muka airtanah/sumur (akibat penambangan), meluapnya air pada dataran rendah (akibat pengurangan),
- 3) menimbulkan dampak ikutan yang tidak disadari secara langsung oleh manusia; misalnya, hilangnya plasma nutfah, turunnya biodiversitas.

Bencana alam, dilihat dari penyebabnya, dapat dibedakan atas sedikitnya tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

- 1) Bencana alam geologis, bencana alam ini disebabkan oleh gaya-gaya yang berasal dari dalam bumi (gaya endogen). Termasuk dalam bencana alam geologis adalah gempa bumi, letusan gunung berapi, dan tsunami.
- 2) Bencana alam klimatologis, adalah bencana alam yang disebabkan oleh faktor angin dan hujan. Contoh bencana alam klimatologis adalah banjir, badai, banjir bandang, angin puting beliung, kekeringan, dan kebakaran alami hutan (bukan oleh manusia). Gerakan tanah (longsor) termasuk juga bencana alam, walaupun pemicu utamanya adalah faktor klimatologis (hujan), tetapi gejala awalnya dimulai dari kondisi geologis (jenis dan karakteristik tanah serta batuan dan sebagainya).
- 3) Bencana alam ekstra-terestrial, adalah bencana alam yang terjadi di luar angkasa, contoh: hantaman meteor. Bila hantaman benda-benda langit mengenai permukaan bumi maka akan menimbulkan bencana alam yang dahsyat bagi penduduk bumi.

Dari tiga jenis bencana tersebut yang dapat diprediksi kedatangannya hanyalah tipe klimatologis, yaitu yang ditimbulkan oleh cuaca. Bencana ini akan diketahui ke arah dan di lokasi mana daerah yang akan dilanda bencana alam. Sementara tipe ekstra-terestrial adalah bencana yang disebabkan oleh hantaman meteor atau benda dari luar angkasa, yang juga sulit diprediksi.

Tipe geologis, terutama gempa bumi, sampai sekarang juga masih sulit untuk diprediksi, sehingga fenomena alam itu selalu datang mendadak dan tidak teratur. Dengan masih sulitnya menentukan di mana dan kapan tepatnya bencana alam geologis akan terjadi, maka pada umumnya bencana alam cenderung untuk tidak teratur. Namun para ahli masih percaya bahwa sebenarnya kejadian alam itu memang "tidak teratur tetapi dalam keteraturan" yang polanya belum dapat dikenali dan dipelajari dengan baik.

2. Mengenali Gejala-Gejala Bencana Alam

Beberapa tahun terakhir ini, Indonesia sering terjadi bencana alam. Banjir, gempa, hingga tsunami terus menimpa bangsa ini dengan tidak sedikit memakan korban harta dan jiwa. Gempa di pantai Bengkulu, tsunami yang dahsyat di Nanggroe Aceh

Darussalam dan Sumatera Utara, bencana gempa di Yogyakarta dan Jawa Tengah, serta tsunami di Cilacap dan Pangandaran.

Bencana alam yang berulang dengan pola yang tidak persis waktu dan tempatnya. Sampai hari ini kita belum mempunyai pengetahuan yang cukup baik untuk mengetahui pola bencana alam dan melakukan prediksi pengulangan fenomena alam tersebut. Dengan sifat bencana alam yang seakan-akan "mendadak dan tidak teratur" itu maka usaha yang paling baik dalam mengantisipasi bencana alam adalah dengan mitigasi. Mitigasi dapat berarti mengurangi kerugian yang timbul oleh peristiwa bencana alam.

Pada prinsipnya mitigasi adalah usaha-usaha baik bersifat persiapan fisik maupun non-fisik dalam menghadapi bencana alam. Persiapan fisik dapat berupa penataan ruang kawasan bencana dan kode bangunan. Sedangkan persiapan non-fisik dapat berupa pendidikan tentang bencana alam, misalnya mengenali gejala-gejala bencana alam, bagaimana reaksi ketika bencana terjadi, setelah bencana terjadi, dan di antara dua kejadian bencana.

Gejala alam yang dapat menimbulkan bencana alam pada dasarnya mempunyai karakteristik umum, yaitu gejala awal, gejala utama, dan gejala akhir. Dengan demikian, jika kita dapat mengetahui secara akurat gejala awal suatu bencana alam, kemungkinan besar kita dapat mengurangi akibat yang ditimbulkannya.

Jika kita dapat mengetahui secara akurat gejala awal suatu bencana alam, kemungkinan besar dapat mengurangi akibat yang ditimbulkannya. Tetapi masalahnya, pada kejadian-kejadian bencana alam geologis, gejala awal tersebut sering kali berjalan terlalu cepat dan berjangka waktu sangat singkat ke gejala utama, sehingga tidak ada waktu untuk mengantisipasi datangnya gejala utama. Maka usaha untuk mendeteksi datangnya gejala awal sangat penting dalam mengantisipasi bencana alam.

Jika gejala awal dapat diamati dengan baik maka gejala utama dapat diterka. Persoalan berikutnya adalah: dimana, kapan, berapa besar dan berapa lama bencana alam itu berlangsung. Pada beberapa bencana, persoalan "di mana" secara umum dapat diterka, yaitu pada daerah-daerah yang telah ditentukan sebagai daerah rawan bencana alam. Misalnya daerah-daerah rawan bencana banjir, banjir bandang, longsor dan amblesan tanah relatif mudah dipersempit untuk dikenal gejala dan daerah mana yang akan terkena.

Bencana dapat terjadi secara tiba-tiba atau bahkan didahului dengan gejala (tanda-tanda) alam atau gejala lain yang berupa kerusakan lingkungan secara berangsur-angsur. Gejala alam itu dapat berkaitan dengan:

- 1) cuaca dan iklim yang ekstrim (intensitas curah hujan tinggi, suhu udara naik, awan columbia nimbus menggumpal, dan meningkatnya efek rumah gas)
- 2) kondisi alami yang tidak wajar atau tidak seperti biasanya: surutnya air laut secara tiba-tiba (seperti yang terjadi sebelum tsunami)

3) perubahan drastis perilaku hewan, seperti:

- terbangnya kawanan burung dalam jumlah besar dari arah laut ke darat, sebelum tsunami terjadi di Aceh,
- keluarnya hewan boreal (yang hidup di dalam tanah, seperti tikus, ular) secara mendadak ke permukaan tanah, sebelum gempa bumi berskala 7,3 skala Richter tahun 1975 di Cina (Kompas, 2005).
- resah dan mengungsinya kawanan gajah ke dataran tinggi di Taman Nasional Yala di Srilangka, sebelum tsunami menghancurkan pantai timur Srilangka.

Selain usaha-usaha memprediksi bencana alam, juga menghilangkan kejadian, atau menghilangkan ketidakaturan bencana alam. Risiko bencana alam sebagai akibat peristiwa atau kejadian bencana yang menimpa kelompok masyarakat sebenarnya bergantung pada berat ringannya bencana yang terjadi serta kesiapsiagaan atau ketahanan masyarakat itu sendiri dalam menghadapi bencana yang menimpa. Risiko tinggi juga terjadi ketika kesiapsiagaan masyarakat sangat rendah meskipun menghadapi bencana alam yang kecil. Secara konseptual, hubungan antara risiko, kejadian bencana alam dan ketahanan/kesiapsiagaan masyarakat tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Resiko} = \frac{\text{Bencana Alam}}{\text{Kesiapsiagaan Masyarakat}}$$

3. Antisipasi Bencana Alam

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh gejala alam atau berlangsung alamiah dan biasa terjadi pada bumi. Namun, hanya ketika gejala alam tersebut melanda manusia (nyawa) dan segala produk budidayanya (kepemilikan, harta dan benda), kita baru dapat menyebutnya sebagai bencana. Artinya, masih ada upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi korban dan kerugian bencana sebagai dampak dari gejala alam tersebut.

a. Letusan gunung berapi

Letusan gunung berapi terjadi karena gejala *vulkanisme*. yaitu peristiwa yang berhubungan dengan naiknya magma dari dalam perut bumi. Sebelum gunung berapi meletus, biasanya terdapat tanda-tanda sebagai berikut :

- suhu sekitar kawah naik
- sumber air banyak yang mengering
- sering terasa adanya gempa bumi (vulkanik)
- binatang yang ada di atas gunung tersebut banyak yang berpindah menuruni lereng karena terasa panas
- sering terdengar suara gemuruh dari dalam gunung

Bila ada tanda-tanda gunung berapi akan meletus, ada beberapa antisipasi (usaha) untuk mengurangi bahaya dari bencana tersebut, antara lain:

- membuat terowongan-terowongan air pada kepundan (kawah) yang berdanau. Contohnya: terowongan di Gunung Kelud.
- menyebarkan informasi dan memberi peringatan dini dari hasil pemantauan pos-pos pengamatan gunung berapi.
- mengungsikan penduduk yang bertempat tinggal di lereng-lereng gunung berapi yang akan meletus.



Gambar 10.13: kerusakan lingkungan akibat bencana Lahar G. Galunggung 1982 menghanyutkan rumah-rumah dan menguburnya
sumber: google.image

Penanggulangan bencana letusan gunungapi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu persiapan sebelum terjadi letusan, saat terjadi letusan dan sesudah terjadi letusan.

1) Sebelum terjadi letusan dilakukan :

- Pemantaun dan pengamatan kegiatan pada semua gunungapi aktif
- Pembuatan dan penyediaan Peta Kawasan Rawan Bencana dan Peta Zona Resiko Bahaya Gunungapi yang didukung dengan Peta Geologi Gunungapi
- Melaksanakan prosedur tetap penanggulangan bencana letusan gunungapi
- Melakukan pembimbingan dan pemberian informasi gunungapi
- Melakukan penyelidikan dan penelitian geologi, geofisika dan geokimia di gunungapi
- Melakukan peningkatan sumberdaya manusia dan pendukungnya seperti peningkatan sarana dan prasarananya

2) Saat terjadi krisis/letusan gunungapi :

- Membentuk tim gerak cepat
- Meningkatkan pemantauan dan pengamatan dengan didukung oleh penambahan peralatan yang lebih memadai

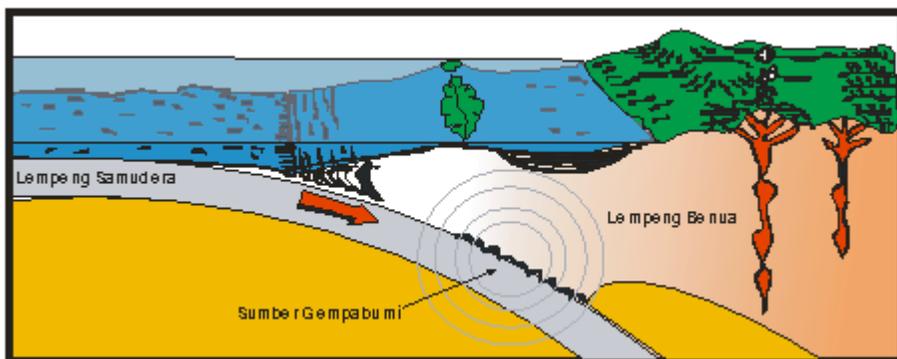
- Meningkatkan pelaporan tingkat kegiatan menurut alur dan frekwensi pelaporan sesuai dengan kebutuhan
- Memberikan rekomendasi kepada pemerintah setempat sesuai Prosedur

3) Setelah terjadi letusan :

- Menginventarisir data, mencakup sebaran dan volume hasil letusan
- Mengidentifikasi daerah yang terancam bahaya
- Memberikan saran penanggulangan bahaya
- Memberikan penataan kawasan jangka pendek dan jangka panjang
- Memperbaiki fasilitas pemantauan yang rusak
- Menurunkan status kegiatan, bila keadaan sudah menurun
- Melanjutkan memantauan rutin

b. Gempa bumi

Gempa bumi adalah gejala pelepasan energi berupa gelombang yang menjalar ke permukaan bumi akibat adanya gangguan di kerak bumi (patah, runtuh, atau hancur). Gempa bumi merupakan bencana alam yang sering melanda wilayah Indonesia, kira-kira 400 kali per tahun. Hal ini terjadi karena Indonesia dilalui oleh dua lempeng gempa bumi, yaitu lempeng Mediterania (Alpen-Himalaya) dan lempeng Pasifik.



Gambar 10.14: Sumber gempa bumi terletak pada wilayah tumbukan antarlempeng
Sumber: google.image

Sampai sekarang manusia belum dapat meramalkan kapan suatu gempa akan terjadi. Besar kecilnya malapetaka yang terjadi sangat tergantung pada kekuatan (magnitudo) gempa itu sendiri serta kondisi daerah yang terkena gempa itu. Alat pengukur gempa bumi disebut seismograf, yang dinyatakan dalam skala Richter.

Antisipasi yang harus dilakukan bagi masyarakat luas adalah apa dan bagaimana cara menghadapi kejadian gempa, pada saat dan sesudah gempa terjadi. Dalam menghadapi bencana gempa bumi, misalnya masyarakat Jepang telah tahu bagaimana bereaksi ketika gempa bumi berguncang: segera mematikan kompor atau api yang

menyala, menyambar tas yang telah disiapkan (yang berisi sebotol air mineral, makanan ringan tahan lama, lampu senter, peluit, obat-obatan, radio transistor, dll), lalu segera bersembunyi di bawah meja, dan tetap menunggu hingga guncangan reda. Tindakan lari keluar rumah, menurut mereka, malah lebih berbahaya karena ketika gempa besar berguncang, akan terjadi runtuh bangunan, tiang listrik, dan lain-lain. Dalam pengetahuan itu pula selalu disebutkan untuk segera menghindari pantai (antisipasi tsunami) dan menjauhi tebing (antisipasi longsor).



Gambar 10.15: Akibat gempa bumi telah menghancurkan berbagai fasilitas umum
Sumber: google.image

Beberapa saran dalam menghadapi kejadian gempa adalah sebagai berikut:

Sebelum terjadi gempa

- Mengetahui secara teliti jalan-jalan keluar masuk dalam keadaan darurat di mana pun kita berada. Ingat gempa dapat terjadi sewaktu-waktu.
- Meletakkan barang-barang yang berat di tempat yang stabil dan tidak tergantung.
- Matikan segera lampu, kompor minyak atau gas serta listrik agar terhindar dari bahaya kebakaran.

Saat terjadi gempa

- Jika berada di dalam ruangan: diamlah sejenak, jangan panik dan segeralah keluar dari bangunan. Secepatnya mencari perlindungan di bawah meja atau di dekat pintu. Jauhi tempat-tempat yang mungkin mengakibatkan luka seperti kaca, pipa gas atau benda-benda tergantung yang mungkin akan jatuh menimpa.
- Jika berada di luar rumah: tinggallah atau carilah tempat yang bebas dari bangunan-bangunan, pohon, dinding. Jangan masuk bangunan meskipun getaran gempa sudah berhenti karena runtuh bangunan masih dapat terjadi.
- Jika berada di tengah keramaian: janganlah turut berdesak-desakan mencari jalan keluar, meskipun orang-orang yang panik mempunyai keinginan yang sama. Carilah tempat yang tidak akan kejatuhan runtuh.

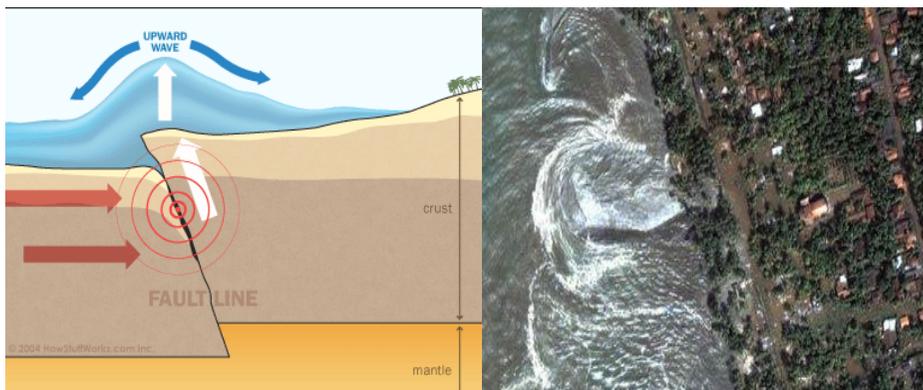
- Jika berada dalam bangunan tinggi: secepatnya mencari perlindungan di bawah meja dan jauhilah jendela atau dinding luar bangunan. Tetaplah berada di lantai di mana kamu berada ketika gempa terjadi, jangan gunakan elevator atau lift.
- Jika sedang mengendarai kendaraan: hentikan kendaraan dan tetaplah berada di dalam mobil dan dipinggirkan. Jangan berhenti di atas jembatan, atau di bawah jalan layang. Jika gempa sudah berhenti, janganlah langsung melintasi jalan layang atau jembatan yang membentang, sebelum dipastikan kondisinya aman.

Setelah terjadi gempa

- Tetap menggunakan alas kaki untuk menghindari pecahan-pecahan kaca atau bahan-bahan yang merusak kaki.
- Periksalah apakah anda mendapat luka yang memerlukan perawatan segera.
- Periksalah aliran/pipa gas yang ada apakah terjadi kebocoran. Jika tercium bau gas usahakan segera menutup sumbernya dan jangan sekali-kali menyalakan api.
- Periksalah kerusakan yang mungkin terjadi pada bangunan kamu.
- Dengarkan informasi melalui televisi, radio, telepon yang biasanya disiarkan oleh pemerintah, bila hal ini memungkinkan.
- Bersiaplah menghadapi kemungkinan terjadinya gempa-gempa susulan. Dan berdoa agar terhindar dari bencana yang lebih parah.

c. Tsunami

Tsunami adalah ombak besar yang terjadi setelah peristiwa gempa bumi, gempa laut, gunung berapi meletus, atau hantaman meteor di laut. Bencana tsunami dapat diprediksi oleh berbagai institusi seismologi di berbagai penjuru dunia dan proses terjadinya tsunami dapat dimonitor melalui satelit. Dengan diterapkannya sistem peringatan dini (*early warning system*), diharapkan masyarakat dapat melakukan evakuasi dengan cepat bila terjadi bencana tsunami.



(a) Terjadi rekahan besar pada lempeng

(b) Menjadikan gelombang besar menuju pantai

Gambar 10.16: Bagaimana proses terjadinya tsunami?

Sumber: google.image

Beberapa langkah dalam antisipasi dari bencana tsunami:

- 1) Jika kamu sedang berada di pinggir laut atau dekat sungai, segera berlari sekuat-kuatnya ke tempat yang lebih tinggi. Jika memungkinkan, berlailah menuju bukit yang terdekat.
- 2) Jika situasi memungkinkan, pergilah ke tempat evakuasi yang sudah ditentukan.
- 3) Jika situasi tidak memungkinkan untuk melakukan tindakan No.2, carilah bangunan bertingkat yang bertulang baja (*ferroconcrete building*), gunakan tangga darurat untuk sampai ke lantai yang paling atas (sedikitnya sampai ke lantai 3).
- 4) Jika situasi memungkinkan, pakai jaket hujan dan pastikan tangan kamu bebas dan tidak membawa apa-apa.



Gambar 10.17: Gelombang besar tsunami telah melumatkan Nangroe Aceh Darussalam dan Pangandaran Jawa Barat
Sumber: google.image

d. Badai

Badai adalah suatu gangguan pada atmosfer suatu planet, terutama yang mempengaruhi permukaan serta menunjukkan cuaca buruk. Badai dapat ditandai dengan angin yang kencang (badai angin), petir dan kilat (badai guruh), curahan lebat misalnya es (badai es) atau angin yang membawa suatu zat melalui atmosfer (seperti badai pasir, badai salju, dll). Badai dapat menyebabkan runtuhnya bangunan, menenggelamkan kapal serta menumbangkan pohon, tiang listrik, menara dll.

Beberapa macam badai yang perlu diketahui, diantaranya:

1) Tornado

Tornado merupakan badai angin yang sangat kencang dengan kelajuan 300-500 km/jam sehingga dapat menghancurkan benda-benda yang dilaluinya, baik di darat maupun di laut. Tornado dicirikan sebagai awan corong gelap membentuk gerakan

spiral, bergantung pada awan cumulonimbus. Badai seperti ini banyak terjadi di Canada dan AS.



Gambar 10.18: Tornado di darat
Sumber: google.image

2) Badai tropis (Siklon tropis)

Siklon tropis adalah badai sirkuler yang menimbulkan angin kencang mampu merusakkan daerah sekitar 250 mil dari pusatnya. Siklon tropis menyebabkan kerusakan terutama oleh angin kencang, gelombang badai dan hujan lebat. Gelombang badai adalah naiknya permukaan laut sepanjang pantai secara cepat karena angin menggerakkannya ke pantai.

Sebutan siklon tropis bergantung pada lokasi kejadian. Di Atlantik dan Pasifik disebut *hurricane*, di Pasifik Barat disebut *typhoon*, di Australia disebut *Willy*. Setiap tahun muncul 80-100 siklon tropis, nama siklon tropis umumnya menggunakan nama-nama gadis, seperti: Anna, Carol, Debbie, Inez, Fiona, Wenda dan sebagainya.



Gambar 10.19: Siklon Tropis Catarina
Sumber: google.image

3) *Thunderstorm* (Badai guruh)

Thunderstorm adalah hujan badai disertai kilat dan halilintar. Kejadian ini adalah khas di daerah tropis pada musim pancaroba, terutama pada masa peralihan musim kemarau memasuki musim penghujan. *Thunderstorm* (Badai guruh) merupakan suatu fenomena fisis atmosfer yang sering terjadi di Indonesia. Fenomena ini dapat menimbulkan korban jiwa akibat sengatan listrik pada waktu terjadi petir. Gejala terjadinya *thundersorm* adalah angin yang kencang disertai hujan yang deras kadang-kadang disertai hujan es, kilat dan halilintar.

Bencana alam badai dapat dipelajari dan diamati sehingga jika gejala awal dapat diamati dengan baik maka gejala utama dapat diantisipasi dengan demikian pertanyaan kapan, dimana, berapa besar dan berapa lama dapat dijawab. Hal ini mampu mengurangi jumlah korban akibat bencana tersebut.

e. Banjir

Hujan lebat yang terjadi secara terus menerus mengakibatkan sungai tidak mampu lagi menampung air dalam jumlah yang banyak. Air sungai kemudian akan meluap dan membentuk genangan air yang disebut banjir. Meluapnya air sungai dapat dipengaruhi oleh semakin sempitnya wilayah yang menjadi resapan air. Selain itu, dapat pula terjadi akibat adanya penyumbatan aliran pada sungai tersebut. Penyumbatan aliran sungai terjadi akibat perbuatan manusia. Pembuangan sampah ke sungai akan menyebabkan aliran sungai tidak lancar. Banyaknya bahan-bahan endapan yang ada di sungai juga dapat menghambat aliran sungai.



Gambar 10.20: Banjir di wilayah Gedebage Bandung dan Bekasi
Sumber: google.image

Bencana banjir disebabkan oleh buruknya sistem cuaca. Faktor meteorologis utama yang menyebabkan bencana banjir adalah hujan lebat, distribusi hujan dan durasi hujan. Faktor lain yang penting adalah sifat fisis permukaan tanah. Siklon tropis dapat mempengaruhi sistem cuaca di Indonesia, terutama peningkatan jumlah awan, curah hujan, angin, dan gelombang laut.

Penyebab bencana banjir yang terjadi karena ulah manusia adalah penggundulan hutan. Hutan yang gundul menyebabkan tanah tidak dapat menyerap dan menahan air bila terjadi hujan secara terus menerus, akibatnya air mengalir menggerus tanah yang dapat menyebabkan terjadinya bencana tanah longsor.

Banyak daerah di Indonesia, tanahnya mempunyai daya serapan air yang buruk, atau jumlah curah hujan melebihi kemampuan tanah untuk menyerap air. Ketika hujan turun, yang kadang terjadi adalah banjir secara tiba-tiba yang disebut banjir bandang. Untuk mengantisipasi bencana banjir banyak hal yang harus dilakukan, diantaranya sebagai berikut:

- 1) membersihkan saluran air dari sampah yang dapat menyumbat aliran air sehingga menyebabkan terjadinya banjir.
- 2) mengeruk sungai dari endapan-endapan untuk menambah daya tampung air.
- 3) membangun rute-rute drainase alternatif (kanal-kanal sungai baru, sistem-sistem pipa) sehingga dapat mencegah beban yang berlebihan terhadap sungai.
- 4) tidak mendirikan bangunan pada wilayah (area) yang menjadi daerah lokasi penyerapan air.
- 5) tidak menebangi pohon-pohon di hutan, karena hutan yang gundul akan sulit menyerap air, sehingga jika terjadi hujan lebat secara terus menerus air tidak dapat diserap secara langsung oleh tanah bahkan akan menggerus tanah, hal ini pula dapat menyebabkan tanah longsor.
- 6) membuat tembok-tembok penahan dan tanggul-tanggul di sepanjang sungai, tembok-tembok laut di sepanjang pantai-pantai dapat menjaga tingkat ketinggian air agar tidak masuk ke dalam daratan.

f. Kekeringan

Perlu dibedakan antara kekeringan (*drought*) dan kondisi kering (*aridity*). Kekeringan adalah kesenjangan antara air yang tersedia dengan air yang diperlukan, sedangkan ariditas (kondisi kering) diartikan sebagai keadaan jumlah curah hujan sedikit. Kekeringan (kemarau) dapat timbul karena gejala alam yang terjadi di bumi ini. Kekeringan terjadi karena adanya pergantian musim. Pergantian musim merupakan dampak dari iklim. Pergantian musim dibedakan oleh banyaknya curah hujan. Pengetahuan tentang musim bermanfaat bagi para petani untuk menentukan waktu tanam dan panen dari hasil pertanian.

Pada musim kemarau, sungai akan mengalami kekeringan. Pada saat kekeringan, sungai dan waduk tidak dapat berfungsi dengan baik. Akibatnya sawah-sawah yang

menggunakan sistem pengairan dari air hujan juga mengalami kekeringan. Sawah yang kering tidak dapat menghasilkan panen. Selain itu, pasokan air bersih juga berkurang. Air yang dibutuhkan sehari-hari menjadi langka keberadaannya. Kekeringan pada suatu kawasan merupakan suatu kondisi yang umumnya mengganggu keseimbangan makhluk hidup.



Gambar 10.21: Salah satu sumber air utama untuk wilayah Kota Bandung dan Kota Cimahi berada di Situ Lembang yang kondisinya sangat mengkhawatirkan karena kemarau panjang
sumber: dokumen penulis

Kondisi kekeringan dapat ditinjau dari berbagai segi, diantaranya:

- 1) Kekeringan meteorologis (*meteorological drought*)
- 2) Kekeringan pertanian (*agricultural drought*)
- 3) Kekeringan hidrologis (*hydrological drought*)
- 4) Kekeringan sosial – ekonomi (*socio – economic drought*)

Beberapa cara untuk mengantisipasi kekeringan, diantaranya:

- 1) membuat waduk (dam) yang berfungsi sebagai persediaan air di musim kemarau dan dapat mencegah terjadinya banjir pada musim hujan,
- 2) membuat hujan buatan untuk daerah-daerah yang sangat kering,
- 3) reboisasi atau penghijauan kembali daerah-daerah yang sudah gundul agar tanah lebih mudah menyerap air pada musim penghujan dan sebagai penyimpanan cadangan air pada musim kemarau, melakukan diversifikasi dalam bercocok tanam bagi para petani, misalnya mengganti tanaman padi dengan tanaman palawija pada saat musim kemarau tiba karena palawija dapat cepat dipanen serta tidak membutuhkan banyak air untuk pertumbuhannya.

4. SOS Melihat Gejala Bencana Alam

Mudah-mudahan ini ada manfaatnya untuk pengetahuan dan kewaspadaan kita bersama. Karena kita hidup di alam maka seharusnya kita memelihara dan mengetahui aturan mainnya. Seperti terjadinya Tsunami tidak bisa kita cegah, namun paling tidak, kita dapat mengantisipasi kedatangannya dengan mencermati gejala keanehan alam dan hewan.

a. Di Pantai

Kita selalu terpesona melihat keindahan pantai, tapi cermatilah, dimana permukaan pantai yang lebih tinggi atau ada bukitnya. Tekstur pantai yang rata seperti di Pulau Phi-phi Thailand Selatan memang sangat membahayakan, berbeda dengan Pulau Sabang Aceh yang berbukit.

Korban di Meulaboh dan Pantai Lhok Nga Aceh terbanyak diduga karena mereka turun ke tepi laut pada saat permukaan laut surut mendadak hingga beberapa kilometer karena "panen ikan". Jika ditemukan hal tersebut, berlارilah secepatnya ke arah daratan yang tinggi, jangan pikirkan harta yang tertinggal.

Hembusan angin yang sangat kencang tapi mendadak, disertai bau garam/air laut yang tajam menandakan sedang terjadi proses di tengah laut, berbagai kemungkinan penyebab; Tsunami/Taifun.

Jika kalian merasakan gempa di pantai, jangan tunggu apapun lagi, pergi secepatnya dari tempat itu. Beritahukan orang terdekat.

Jika kalian sedang berperahu di tengah laut, dan mendengar ada gempa di sekitarnya (biasanya orang menggunakan radio di perahu), maka jangan dekatkan perahu ke daratan, tetap di tengah laut, efek tsunami di permukaan laut jauh dari pantai hanya sekitar 0,3 - 1 meter saja. (National Geographic News, 27 Dec. 2004).

Menjauhlah dari tepi laut jika kalian mendengar suara dentuman seperti meriam dari dasar laut atau mendengar suara drum band sangat banyak dengan irama yang sangat cepat. (National Geographic News, 27 Dec. 2004).

b. Di tengah Laut

Hal yang terjadi di lautan adalah Badai/Taifun/Cyclone. Sebesar apa kapal pun dapat dipecahkannya, maka jalan terbaik adalah pantau terus radio, dan carilah pulau terdekat. Teluk relative lebih aman untuk melepas jangkar daripada di tepi laut terbuka. Putar haluan jika kalian melihat awan hitam di tepi khatulistiwa.

c. Di Aliran Sungai

Jika kalian di tepi sungai yang sangat jernih, dan melihat bahwa pasir di dasar sungai bergerak sangat cepat ke arah hilir, maka menjauhlah dari tepi sungai dan carilah tempat yg tinggi, dipastikan bahwa sedang terjadi air bah di hulu. Jika kalian melihat

awan hitam di arah hulu sungai, sebaiknya urungkan niat ke sungai tersebut, dan coba juga menjauh dari atas jembatan.

Kalian mendengar suara riuh-rendah bagaikan dentuman, bantingan dari arah hulu sungai, menjauhlah dan beritahu setiap orang yang anda jumpai (Bohorok, Langkat, Sumatera Utara 2003).

d. Di Hutan

Tidak ada Tsunami dan air bah di dalam hutan, lalu? Kebakaran adalah bencana dalam hutan. Jika kalian terkepung api di dalam hutan, maka carilah anak sungai (creek) dan masuklah ke dalamnya hingga kebakaran berakhir, jika kalian keluar dari sungai, ingatlah suhu udara bisa lebih 1000 °C di permukaan tanah.

Lebih baik kalian berjalan di lahan yang telah terbakar daripada tanah yang belum terbakar karena permukaan tanah yang terbakar lebih kering dan kemungkinan terbakar lagi sangat kecil daripada tanah yang belum terbakar (FEMA Bulletin)

Di malam hari pada saat bulan tidak bersinar/bukan purnama, kalian melihat kaki langit sangat terang, maka menjauhlah, pasti terjadi kebakaran toh di Indonesia tidak ada Aurora Australis dan Borealis yang fenomenal itu.

e. Tingkah Laku Hewan

Kita juga bisa belajar dari tingkah laku hewan untuk memprediksi datangnya bencana. Pengetahuan ini sebetulnya bukan hal baru, orang tua kita dari dahulu sudah mempelajari dan menerapkannya. Misalnya:

- 1) Turunnya binatang-binatang buas dari hutan pegunungan ke wilayah pemukiman penduduk, menandai terjadinya suhu yang semakin meningkat di daerah gunung sebagai pertanda akan meletus.
- 2) Pada saat menjelang datangnya Banjir Bahorok (Langkat, Sumatera Utara 2003) Orang-utan menunjukkan tingkah laku yang jelas, mereka sangat gelisah dan berteriak-teriak karena gejala ini tim jagawana melepaskan mereka sehingga mereka selamat.
- 3) Pada saat terjadi gempa di Sumatera, Gajah-gajah di Phuket, Thailand Gelisah dan menjerit. Menjelang datangnya tsunami mereka melepaskan sendiri belunggu mereka dan menggiring turis dan pawang mereka ke tempat yg aman, ombak Tsunami berhenti hanya beberapa meter dari gajah2 itu berdiri. (TVRI, 03 Jan. '05 pkl 21.15 dan Kompas, 01 Jan. '05 hal 1.)
- 4) Burung berterbangan. Seorang perwira TNI-AD Kodam I- Iskandar Muda selamat dari Tsunami di Banda Aceh karena melihat burung berwarna putih sangat banyak

terbang ke daratan dari laut, ia memerintahkan staffnya untuk memutar arah kembali padahal saat itu ia menuju pelabuhan.

Jika kalian melihat ular, tikus, kecoa keluar secara tiba-tiba dari dalam got sangat banyaknya, maka segeralah waspada, sesuatu sedang terjadi di bawah tanah. Jika kalian di sekitar pegunungan dan melihat semua hewan berlari, maka segera juga ikuti mereka, jangan takut mereka memakan, menerkam/menggigit kalian, karena naluri mereka saat itu hanya satu: *menyelamatkan diri*..... pertanda gunung akan meletus.

RANGKUMAN

Kerusakan (degradasi) lingkungan biogeofisik adalah tanda-tanda telah dilampauinya daya dukung lingkungan. Kerusakan lingkungan biogeofisik telah mengakibatkan perubahan besar terhadap kualitas komponen alam seperti menurunnya kualitas tanah, kualitas air, kualitas udara, dan keanekaragaman hayati, sehingga alam tidak mampu mengembalikannya pada keadaan semula atau memerlukan waktu yang lama untuk memulihkannya.

Kerusakan lingkungan biogeofisik disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu disebabkan oleh faktor alamiah seperti bencana alam dan akibat aktivitas manusia.

kerusakan lingkungan yang menimbulkan hancurnya ekosistem dapat mengancam keselamatan penghuni bumi. Krisis lingkungan dan rusaknya sumber daya alam semata-mata adalah akibat kecerobohan dan ketidakpedulian kita. Kerusakan lingkungan telah menjadi bumerang berupa banjir, tanah longsor, kekeringan akibat merosotnya debit air sungai dan matinya sumber mata air, yang sesungguhnya telah mengancam kematian prematur kehidupan.

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air/udara/tanah dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara/tanah oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/udara/tanah menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

TUGAS

1. Setelah kalian mempelajari tentang fenomena kerusakan lingkungan, coba buat definisi kerusakan lingkungan menurut pemahaman kalian! Setelah itu, amati kerusakan lingkungan yang mungkin terjadi di wilayah sekitar tempat tinggal kalian! Kemudian identifikasi jenis dan sumber penyebab kerusakannya.
2. Carilah sumber air yang dekat dengan tempat tinggal kalian, seperti sungai atau danau. Kemudian lakukan percobaan secara kelompok kerja untuk mengukur suhu, pH, dan organisme perairan. Ikuti langkah pengerjaan berikut:

- Tentukan tiga titik tempat pengukuran yang mewakili kondisi “kolam yang berbeda”
- Celupkan termometer ke dalam air di bagian permukaan, tengah, dan dasar kolam masing-masing selama ± 5 menit.
- Angkat dan baca termometer hasil pengukuran (max. 30 detik pembacaan/jangan terlalu lama terkena udara, karena suhu termometer akan berpengaruh)
- Celupkan juga kertas pH indikator ke dalam kolam tersebut
- Cocokkan warna kertas pH indikator yang telah dicelupkan dengan tabel pH indikator
- Ambil air kolam tersebut di bagian dasar, tengah, dan permukaan masing-masing 1 liter dengan menggunakan *beaker glass*.
- Saring air sampel menggunakan *plankton net* dan identifikasi organisme kolam sesuai dengan kelompok dan jenis pencemarannya dengan mikroskop.
- Tuliskan ketiga hasil pengukuran tersebut pada tabel berikut:

No sampel :			
Nama tempat:			
Bagian perairan	Jml Organisme	pH	Suhu
Permukaan			
Tengah			
Dasar			

- Ulangi pengukuran di tempat lain

LATIHAN

1. Kepedulian apakah yang dapat kalian lakukan dalam aktivitas sehari-hari sebagai bentuk partisipasi terhadap isu kerusakan lingkungan global (global warming)?
2. Sebutkan kegunaan yang dapat diperoleh dari bercocok tanam yang dapat kita lakukan di halaman rumah atau sekolah!
3. Tindakan bagaimana yang harus kalian lakukan pada saat terjadi gempa di daerah kalian?
4. Tentunya kalian sudah sangat memahami tentang kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran. Berdasarkan uraian yang sudah kalian pahami, bandingkan komponen alam (air, udara, dan tanah) yang baik dengan yang tercemar, kemudian laporkan hasil pengamatannya kepada guru!