

BAB 10

PENCEMARAN LINGKUNGAN



Sumber: <http://image.google.com>

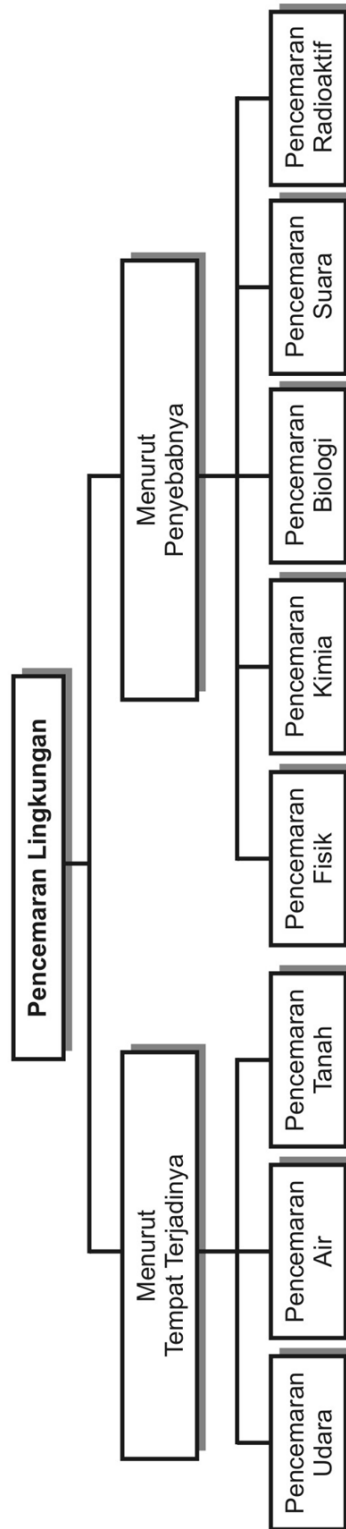
Kemajuan teknologi industri mendorong orang untuk mencari segala hal yang dapat mempermudah hidupnya. Eksplorasi gas alam yang dilakukan PT Lapindo Brantas pada awalnya juga untuk hal tersebut. Tuhan memberi peringatan bahwa alam tidak boleh dibuat semena-mena. Akhirnya, yang terjadi adalah bencana alam lumpur panas dan perusakan lingkungan. Lahan yang ditunjukkan gambar di samping dahulunya adalah lahan pertanian. Namun, saat ini kesuburan lahan itu sudah hilang.

Tujuan pembelajaran kalian pada bab ini adalah:

- dapat menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan;
- dapat menganalisis jenis-jenis limbah;
- dapat membuat produk daur ulang.

Kata-kata kunci

- pencemaran
- Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL)
- kontrol biologi
- limbah organik
- limbah anorganik
- daur ulang



Lingkungan merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar makhluk hidup. Lingkungan makhluk hidup dapat berupa lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik. Antara makhluk hidup dengan lingkungannya terjadi interaksi. Lingkungan dapat mengalami perubahan, baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Perubahan lingkungan berpengaruh pada makhluk hidup yang ada dalam lingkungan tersebut. Peristiwa masuknya atau dimasukkan-nya zat atau bahan ke lingkungan oleh karena kegiatan manusia atau peristiwa alam yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan, sehingga lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya disebut *pencemaran* atau *polusi*. Zat atau bahan yang menyebabkan polusi disebut *polutan*. Suatu zat atau bahan dikategorikan sebagai polutan jika kadarnya melebihi normal, berada pada tempat yang tidak semestinya, berada pada waktu yang tidak tepat, dan bersifat toksik/racun.

Polusi dapat menurunkan kualitas atau mutu lingkungan. *Mutu lingkungan* adalah derajat pemenuhan kebutuhan dasar manusia pada kondisi lingkungan tertentu. Jika kualitas lingkungan menurun akan berdampak pada penurunan daya dukung lingkungan. *Daya dukung lingkungan* adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu untuk menjaga mutu lingkungan dan daya dukung lingkungan dapat dilakukan dengan mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran atau polusi. Peran serta seluruh komponen masyarakat sangat diharapkan agar pelestarian lingkungan dapat diwujudkan.

A. Macam-Macam Pencemaran

Pencemaran dapat dikelompokkan menurut tempat terjadinya pencemaran dan menurut penyebab pencemaran. Menurut tempat terjadinya pencemaran dikelompokkan menjadi pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah. Sedangkan menurut penyebabnya pencemaran dibedakan menjadi pencemaran fisik, pencemaran kimia, pencemaran biologi, pencemaran suara, dan pencemaran radioaktif.

Menurut tempat terjadinya, pencemaran dibedakan menjadi berikut.

1. Pencemaran udara

Udara di atmosfer bumi kita merupakan campuran dari gas nitrogen (78%), oksigen (21%), gas argon (sekitar 1 %), CO₂ (0,0035 %) dan sejumlah kecil uap air (sekitar 0,01 %). Komposisi gas di atmosfer dapat mengalami perubahan karena polusi udara. Pelepasan CO₂ ke udara oleh berbagai aktivitas manusia dapat meningkatkan kadar CO₂ di udara.

a. Penyebab

Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara di antaranya berikut ini.

- 1) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO₂ ke udara.
- 2) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menebarkan partikel-partikel debu ke udara.
- 3) Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara.
- 4) Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
- 5) *Chloro Fluoro Carbon* (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.1** Polusi udara yang disebabkan oleh asap dari pabrik.

b. Dampak

Polusi udara (perhatikan Gambar 10.1) menimbulkan berbagai dampak yang merugikan. Kenaikan kadar CO₂ yang melebihi ambang batas toleransi yang ditetapkan (sekitar 0,0035%) menimbulkan berbagai akibat. Penurunan kualitas udara untuk respirasi semua organisme (terutama manusia) akan menurunkan tingkat kesehatan masyarakat. Asap dari kebakaran hutan dapat menyebabkan gangguan iritasi saluran pernapasan, bahkan terjadinya infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Setiap terjadi kebakaran hutan selalu diikuti peningkatan kasus penyakit infeksi saluran pernapasan. Asap kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak bumi seperti bensin, menimbulkan polusi gas CO (karbon monoksida). Gas ini sangat reaktif terhadap hemoglobin darah, afinitas hemoglobin (Hb) terhadap CO lebih tinggi dibandingkan afinitas Hb terhadap

O₂. Akibatnya jika gas CO terhirup melalui saluran pernapasan dan berdifusi ke dalam darah, maka CO akan terikat oleh Hb dan dibawa ke jaringan. Penumpukan CO dalam jaringan dapat menimbulkan keracunan.

Penggunaan mesin pendingin ruangan (AC), kulkas maupun lemari es juga berdampak pada polusi udara. Akibat terjadinya kerusakan atau kebocoran alat-alat tersebut menyebabkan terbebasnya CFC ke udara. Di bawah pengaruh radiasi sinar ultraviolet berenergi tinggi CFC dapat terurai dan membebaskan atom klor (Cl). Setiap atom Klor mampu mempercepat pemecahan 100.000 molekul ozon (O₃) menjadi O₂. Hal ini tentunya dapat mengakibatkan penipisan lapisan ozon.

Secara alamiah ozon berfungsi untuk menyaring 99% radiasi sinar ultraviolet. Penipisan lapisan ozon berakibat pada peningkatan radiasi sinar ultraviolet ke bumi. Jika hal ini terjadi maka potensi timbulnya penyakit kanker kulit, kanker mata, dan katarak akan meningkat. Partikel-partikel radioaktif di udara yang berasal dari ledakan bom nuklir atau percobaan nuklir sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain bersifat karsinogen (menyebabkan kanker), zat-zat radioaktif yang masuk dan mencemari tubuh manusia juga dapat menimbulkan kerusakan organ-organ visceral manusia seperti ginjal dan hati.

Oksida belerang (SO₂, SO₃) dan oksida nitrogen (NO₂, NO₃) dari hasil pembakaran batu bara yang dibebaskan ke udara dapat bereaksi dengan uap air membentuk senyawa asam (asam sulfat, asam nitrat). Jika senyawa asam bersatu dengan uap air akan membentuk awan, lalu mengalami kondensasi dan presipitasi di udara dan akan turun sebagai *hujan asam*. Senyawa asam dalam air hujan menyebabkan kerusakan bangunan, korosi logam, memudarkan warna cat, menurunkan derajat keasaman tanah, bahkan menyebabkan kematian mikroorganisme tanah.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ Gambar 10.2 Dampak hujan asam menyebabkan kematian tumbuhan (kiri) dan korosi batuan (kanan).

c. Pencegahan dan penanggulangan

Penghijauan dan reboisasi dapat menurunkan polusi udara oleh CO_2 . Demikian juga pembuatan jalur hijau di kota-kota besar menjadi hal yang sangat berarti. Secara alamiah tumbuhan menyerap CO_2 untuk fotosintesis, dengan penghijauan berarti akan meningkatkan pengambilan CO_2 udara oleh tumbuhan. Hal lain yang tidak kalah penting adalah memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik untuk menyaring partikel-partikel yang bercampur asap agar tidak terbebas ke udara. Menetapkan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga, mengurangi pemakaian minyak bumi dan batu bara pada industri dan pembangkit listrik. Memanfaatkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti energi biogas, energi surya dan energi panas bumi untuk menggantikan energi minyak bumi dan batu bara.

Pengawasan yang ketat di wilayah hutan yang rawan terbakar dan melarang warga membakar semak belukar di sekitar hutan dalam membuka lahan pertanian. Di samping itu perlu diberikan sanksi yang tegas pada pihak-pihak yang secara sengaja melakukan pembakaran lahan atau hutan. Memakai masker pada saat udara tercemar oleh asap menjadi penting untuk dilakukan, paling tidak dapat mengurangi dampak yang lebih buruk.

Perlunya ketentuan hukum internasional yang mengikat bagi semua negara yang melakukan percobaan nuklir di kawasan terbuka. Pemberian sanksi yang tegas bagi negara yang melakukan pelanggaran diharapkan dapat mengurangi polusi radioaktif. Demikian juga pengawasan yang ketat pada reaktor nuklir dari bahaya radiasi dan kebocoran.

2. Pencemaran air

Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Secara fisik air layak dikonsumsi jika tidak berbau, berasa, maupun tidak berwarna. Di samping itu air tidak boleh mengandung racun maupun zat-zat kimia berbahaya (syarat kimia), dan tidak mengandung bakteri, protozoa ataupun kuman-kuman penyakit. Oleh karena itu kebersihan dan terbebasnya air dari polutan menjadi hal yang sangat penting.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.3** Upaya pembersihan pantai dari tumpahan minyak lepas pantai

a. Penyebab

Pencemaran air dapat disebabkan oleh hal-hal berikut.

1. Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
2. Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
3. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
4. Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.
5. Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
6. Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.
7. Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.4** Polusi air yang disebabkan oleh erosi tanah dan sampah (kiri). Limbah cair yang beracun merupakan sumber polusi air yang dapat membunuh kehidupan dalam air (kanan)

b. Dampak

Perkembangan sektor industri yang ditandai dengan tumbuh pesatnya jumlah pabrik di samping berdampak pada peningkatan pertumbuhan ekonomi, ternyata juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair pabrik dengan kandungan zat beracun serta logam-logam berat seperti timbal (Pb), air raksa (Hg), cadmium (Cd) dan seng (Zn), menyebabkan air tidak baik dikonsumsi, kematian ikan dan biota air lainnya, bahkan penurunan produksi pertanian. Limbah dari sisa detergen dan pestisida (misalnya DDT) dapat merangsang pertumbuhan kanker (bersifat karsinogen), menyebabkan gangguan ginjal, dan gangguan kelahiran. DDT (Dikloro Difenil Trikloretana) bersifat nonbiodegradabel (tidak dapat terurai secara alamiah), karena itu jika dipergunakan dalam pemberantasan hama DDT akan mengalami perpindahan melalui rantai makanan, akhirnya tertimbun dalam tubuh

konsumen terakhir. Makin tinggi tingkat trofi makin pekat kadar zat pencemarnya. Hal ini disebut biomagnification (pemekatan hayati).

Senyawa nitrat dan pospat yang terkandung dalam pupuk apabila terbawa air dan terkumpul di suatu perairan (misalnya danau, waduk) dapat menimbulkan eutrofikasi, yaitu terkonsentrasinya mineral di suatu perairan. Hal ini akan merangsang pertumbuhan dengan cepat alga dan tumbuhan air seperti enceng gondok dan sejenisnya sehingga menimbulkan *blooming*. Jika permukaan air tertutup oleh tumbuhan air, maka difusi oksigen dan penetrasi cahaya matahari ke dalam air menjadi terhalang. Sementara tumbuhan air terus-menerus mengambil air dan menguapkannya ke udara, sehingga mempercepat habisnya cadangan air di tempat tersebut. Alga menjadi kekurangan cahaya, sehingga laju fotosintesis terganggu. Makin sedikit kadar oksigen terlarut menyebabkan kematian organisme air. Pembusukan oleh organisme pengurai juga makin menipiskan kadar oksigen terlarut. Pengaruh negatif dari eutrofikasi adalah terjadinya perubahan keseimbangan kehidupan antara tanaman air dengan hewan air, sehingga beberapa spesies ikan mati. Menurut laporan hasil penelitian, kandungan nitrat yang tinggi dalam air minum dapat menyebabkan gangguan sistem peredaran darah pada bayi berumur di bawah 3 bulan. Penyakit ini disebut *blue baby syndrome* (gejala bayi biru), ditandai dengan warna kebiruan pada daerah sekitar bibir dan pada beberapa bagian tubuh.

Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan menimbulkan kerusakan ekosistem air. Bahan peledak dapat menghancurkan terumbu karang. Di samping merusak ekosistem terumbu karang, penggunaan bahan peledak juga merusak habitat dan tempat perlindungan ikan. Racun tidak hanya membunuh hewan sasaran yaitu ikan yang berukuran besar, tapi juga memutuskan daur hidup dan regenerasi ikan tersebut. Limbah rumah sakit dan limbah peternakan sangat berbahaya jika langsung dibuang ke sungai. Kandungan organisme seperti bakteri, protozoa pathogen dapat menjadi sumber penularan penyakit.

Tumpahan minyak di laut karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai mengakibatkan kematian kerang, ikan, dan larva ikan di laut. Hal ini karena aromatik hidrokarbon seperti benzene dan toluene bersifat toksik. Sebagian minyak dapat membentuk lapisan

mengambang dan lengket yang menyebabkan burung-burung laut tidak dapat terbang karena lengketnya sayap. Lapisan minyak di permukaan air dapat menghalangi difusi oksigen ke air laut, sehingga berakibat terjadinya penurunan kadar oksigen terlarut. Hal ini akan membahayakan kehidupan di laut.

c. *Pencegahan dan penanggulangan*

Penggunaan pupuk organik dan kompos sebagai pengganti pupuk buatan pabrik merupakan alternatif tepat untuk mengurangi pencemaran air oleh nitrat dan pospat. Kompos dan pupuk organik di samping dapat memulihkan kandungan mineral dalam tanah juga dapat memperbaiki struktur dan aerasi tanah serta mencegah eutrofikasi. Demikian juga pemanfaatan musuh alami dan parasitoid dalam pemberantasan hama lebih aman bagi lingkungan. Hama pengganggu populasinya berkurang, tetapi tidak menimbulkan residu pestisida dalam tanah dan dalam tubuh tanaman. Pertanian organik sudah dikembangkan di negara-negara maju. Di samping menghasilkan produk yang aman bagi lingkungan dan kesehatan, produk pertanian organik memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Dalam menangkap ikan dihindari penggunaan racun dan bahan peledak. Penggunaan jala dan pancing di samping lebih *higienis* juga tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, kelangsungan regenerasi ikan juga dapat berlangsung baik. Mengupayakan pencegahan kebocoran instalasi pengeboran minyak lepas pantai, kebocoran tanker minyak yang dapat menimbulkan tumpahan minyak di laut. Jika terjadi tumpahan minyak di pantai harus segera dibersihkan sebelum menimbulkan dampak lebih luas.

Pembangunan kawasan industri sebaiknya disertai dengan perencanaan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan). Selain hal tersebut kawasan industri harus memenuhi syarat telah memiliki instalasi pengolahan limbah, jauh dari pemukiman warga, serta seminimal mungkin menghasilkan limbah. Limbah cair dari pabrik sebaiknya disaring, diencerkan, diendapkan dan dinetralkan dulu sebelum dibuang ke sungai. Demikian pula rumah sakit dan peternakan sebaiknya memiliki bak penampungan limbah (septick tank) untuk menampung limbah yang dihasilkan.

Untuk mencegah terjadinya banjir dan erosi lapisan tanah diupayakan dengan gerakan penghijauan, reboisasi, pembuatan jalur hijau, mempertahankan areal resapan air pada kawasan-kawasan penyangga. Pembuatan

sengkedan dan terasering pada lahan miring juga dapat memperkecil laju erosi, yang akhirnya dapat mengurangi tingkat pencemaran karena erosi lapisan tanah.

3. Pencemaran tanah

a. Penyebab

Pencemaran tanah dapat disebabkan oleh beberapa sebab, di antaranya sebagai berikut.

1. Sampah plastik, pecahan kaca, logam maupun karet yang ditimbun dalam tanah.
2. Sisa pestisida dari kegiatan pertanian yang meresap ke tanah.
3. Limbah deterjen yang dibuang ke tanah.
4. Pengikisan lapisan humus (topsoil) oleh air.
5. Deposit senyawa asam dari peristiwa hujan asam.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.5** Penggunaan pestisida dalam bidang pertanian dapat mencemari tanah.

b. Dampak

Sampah plastik, pecahan kaca, logam dan karet yang ditimbun dalam tanah sulit diuraikan pengurai dalam tanah. Keberadaannya dalam tanah dapat menurunkan kesuburan tanah.

Pembuangan limbah deterjen dan kandungan pestisida dalam tanah dapat membunuh organisme pengurai dalam tanah sehingga mengganggu proses penguraian senyawa organik.

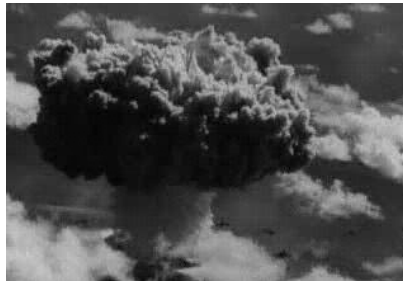
Terkikisnya lapisan humus dari permukaan tanah dapat menurunkan produktivitas tanah, tanah menjadi kurang subur. Deposit senyawa asam dari hujan asam dapat menyebabkan perubahan derajat keasaman (pH) tanah, hal ini berdampak pada aktivitas organisme pengurai dalam tanah. Perubahan keasaman tanah ini juga berpengaruh tidak baik terhadap penyerapan zat hara dari tanah oleh tumbuhan.

c. Pencegahan dan penanggulangan

Pencegahan pencemaran tanah bisa diupayakan dengan melakukan daur ulang sampah plastik, logam, kaca, karet. Limbah deterjen sebaiknya jangan dibuang ke tanah, tetapi ditampung ke dalam bak penampungan untuk selanjutnya dilakukan pengendapan, penyaringan, dan penjernihan. Untuk menghindari pengikisan lapisan humus oleh air hujan dapat dilakukan dengan menjaga kelestarian tanaman, karena tanaman dapat menyerap air, seresah dedaunan yang dihasilkan dapat menyerap dan menahan air, serta perakarannya dapat menahan dan mengikat tanah agar tidak mudah tererosi.

Menurut bahan pencemarnya, pencemaran dibedakan menjadi berikut ini.

1. Pencemaran fisik, disebabkan oleh benda-benda yang secara fisik menyebabkan pencemaran, seperti kaca, logam, kaleng-kaleng bekas, plastik.
2. Pencemaran kimia, disebabkan oleh pestisida, pupuk, logam-logam berat (Pb, Hg, Cd, Zn).
3. Pencemaran biologi, disebabkan oleh bakteri (terutama bakteri pathogen), virus, protozoa, maupun jamur.
4. Pencemaran suara, disebabkan oleh suara kendaraan bermotor, mobil, kereta api, pesawat yang tinggal landas, *tape recorder* yang volumenya terlalu keras.
5. Pencemaran radioaktif, disebabkan oleh unsur-unsur radioaktif alam, limbah nuklir, kebocoran reaktor nuklir, ledakan bom atom, percobaan senjata nuklir.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.6** Korban radiasi bom atom yang mengalami cacat tubuh (kiri). Ledakan bom atom yang menimbulkan polusi radioaktif (kanan).

B. Perubahan Lingkungan

Lingkungan dapat mengalami perubahan baik karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Perubahan lingkungan dapat menurunkan mutu lingkungan, yang pada akhirnya dapat menurunkan daya dukung lingkungan. Beberapa tindakan manusia yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan di antaranya berikut ini.

1. Penebangan hutan

Secara alamiah hutan memiliki fungsi yang penting bagi kehidupan. Di samping sebagai sumber plasma nutfah karena menyimpan keanekaragaman hayati yang sangat besar. Hutan juga berfungsi sebagai sumber perekonomian yang penting bagi negara. Dari hasil hutan negara mendapatkan penghasilan yang cukup besar. Hutan menghasilkan kayu untuk bahan baku

industri maupun sebagai komoditas ekspor. Beberapa jenis anggrek langka yang bernilai ekonomi dan ekologi sangat tinggi terdapat di hutan Kalimantan dan Papua. Hutan memiliki peran penting dalam daur hidrologi karena kemampuannya menyerap dan menyimpan air hujan, sehingga mengurangi tingkat erosi tanah dan bahaya banjir.

Tindakan yang kurang bijaksana seperti penebangan hutan secara liar dan tanpa disertai upaya-upaya pelestariannya sangat menurunkan fungsi hutan. Kegiatan perambahan hutan oleh warga sekitar hutan makin memperparah kerusakan ekosistem hutan. Hampir setiap musim kemarau tiba selalu terjadi kebakaran hutan akibat dari pembukaan lahan pertanian dan perkebunan dengan cara membakar semak belukar. Di samping mengganggu keseimbangan ekosistem hutan, pembakaran atau kebakaran hutan menimbulkan dampak terjadinya polusi udara. Kabut asap yang terjadi setiap tahun menimbulkan kerugian secara ekonomi, seperti tertundanya jadwal penerbangan pesawat, terganggunya aktivitas warga untuk bekerja, bahkan timbul berbagai penyakit yang berkaitan dengan infeksi saluran pernapasan yang memerlukan biaya untuk pengobatan dan penyembuhannya.

Kerusakan hutan juga berdampak pada terganggunya daur hidrologi, penebangan hutan akan menghilangkan kemampuan hutan menyerap dan menyimpan air hujan. Sabuk hutan tidak dapat menahan derasnya air hujan, akar tumbuhan tidak dapat menahan tanah dan menyimpan air hujan. Akibatnya air hujan mengikis permukaan lapisan tanah di dasar hutan. Di samping bahaya kekeringan pada musim kemarau, sebagai dampak kerusakan hutan banjir dan tanah longsor selalu mengancam pada saat musim hujan.

Oleh karena itu pemberian sanksi yang tegas bagi pengusaha pemegang Hak Pengusahaan Hutan (HPH) yang melakukan perusakan ekosistem hutan sangat perlu ditegakkan. Masyarakat perlu diberi penyuluhan dan penyadaran arti pentingnya hutan bagi kehidupan, pemanfaatan hutan secara bijaksana dan berkelanjutan, serta upaya pelestariannya. Melakukan pengawasan lingkungan hutan diperlukan untuk mencegah dan mengatasi kebakaran hutan sedini mungkin. Pemerintah secara khusus telah menugaskan polisi hutan dan *manggala agni* untuk melaksanakan upaya pelestarian hutan dan mencegah bahaya kebakaran hutan. Hal yang tidak kalah pentingnya adalah upaya memberdayakan dan memperbaiki tingkat perekonomian warga sekitar hutan, dengan demikian kegiatan perambahan hutan diharapkan makin berkurang.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.7** Dampak penebangan hutan secara liar (*illegal logging*) menimbulkan kerusakan ekosistem hutan yang sangat parah (kiri, tengah). Pembakaran semak untuk membuka lahan pertanian dapat menyebabkan kebakaran hutan (kanan).

2. Penggunaan pestisida dan sistem pertanian monokultur

Untuk mengimbangi peningkatan populasi penduduk yang sangat pesat, diperlukan upaya peningkatan produksi pertanian. Usaha yang dapat ditempuh di antaranya dengan intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian. Penggunaan pestisida dalam pemberantasan hama pertanian, di samping mampu meningkatkan produksi pertanian namun juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Selain membunuh hama pestisida dapat menyebabkan kematian hewan lain yang bukan sasaran, seperti *parasitoid* yang merupakan musuh alami dari hama tersebut. Pestisida juga dapat menyebabkan kematian organisme pengurai dan bakteri dalam tanah. Penyemprotan pestisida dalam dosis yang kurang tepat bahkan dapat meningkatkan *resistensi* hama terhadap jenis pestisida tersebut. Oleh karena itu penggunaan pestisida sebaiknya dibatasi atau dihentikan. Pemberantasan dan pengendalian populasi hama dapat dilakukan dengan *kontrol biologi*, yaitu memanfaatkan musuh alami hama dan parasitoid yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan pupuk anorganik dalam pertanian juga menimbulkan dampak negatif berupa perubahan struktur fisik dan sifat tanah. Oleh karena itu sebaiknya digunakan pupuk organik, seperti kompos dan pupuk hijau.

Pertanian sistem monokultur yaitu cara bercocok tanam dengan cara menanam lahan pertanian dengan satu jenis tanaman saja. Secara ekologis pertanian monokultur akan meningkatkan kompetisi antartanaman dalam memenuhi kebutuhan zat hara. Setiap jenis tanaman memerlukan macam zat hara yang relatif sama. Jika pertanian monokultur dilakukan terus-menerus akan terjadi pengurasan zat hara tertentu sehingga tanah menjadi miskin zat hara. Sistem monokultur juga menyebabkan lemahnya ekosistem. Hama dan penyakit

tanaman lebih mudah berkembang. Sistem monokultur juga mengurangi diversitas tanaman, yang mengarah pada terjadinya penyederhanaan ekosistem.

C. Pelestarian Lingkungan

Lingkungan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan. Setiap makhluk hidup membutuhkan lingkungan dalam kehidupannya. Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya makhluk hidup memanfaatkan lingkungan sebagai sumber untuk memperoleh kebutuhan hidupnya. Agar lingkungan tetap memiliki kemampuan dalam mendukung manusia dan makhluk hidup lainnya maka pelestarian lingkungan sangat diperlukan.

Pelestarian lingkungan bukanlah masalah nasional, tetapi sudah merupakan isu global. Berbagai pihak baik pemerintah maupun swasta sangat berkepentingan dalam mengupayakan pelestarian lingkungan. Bagi pemerintah pelestarian lingkungan memiliki arti strategis berkaitan dengan program pembangunan nasional yang berkelanjutan (*Sustainable Development*) dan pembangunan berwawasan lingkungan (*Ecodevelopment*). Dalam UUD 1945 Pasal 33 telah diamanatkan bahwa “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat “. Oleh karena itu pemerintah berusaha mengimplementasikan amanat tersebut dalam program-program pembangunan yang terencana dan berkelanjutan. Pemerintah telah membuat undang-undang untuk mendukung pelaksanaan UUD 1945.

Berkaitan dengan hal tersebut pemerintah telah mengesahkan Undang-Undang Lingkungan Hidup, yaitu berikut ini.

1. Undang-Undang Nomor 4 tahun 1982 tentang Ketentuan Pokok Lingkungan Hidup, diperbaiki dengan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1987 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
2. Undang-Undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya.

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan upaya terpadu dalam penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup. Pengelolaan lingkungan hidup memiliki azas tanggung jawab, azas berkelanjutan, azas manfaat yang bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan dalam rangka pembangunan manusia Indonesia seutuhnya. Sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah:

1. tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dengan lingkungan,

2. terwujudnya manusia Indonesia sebagai insan pelindung dan pembina lingkungan,
3. terjaganya kepentingan dari generasi ke generasi,
4. tercapainya keselarasan fungsi lingkungan hidup,
5. terkendalinya pemanfaatan sumber daya secara bijaksana,
6. terlindunginya negara dari dampak usaha/kegiatan yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan.

Peran serta masyarakat dalam pelestarian lingkungan dapat diwujudkan dengan melakukan pengelolaan sampah rumah tangga. Pengelolaan sampah rumah tangga dapat dilakukan dengan memisahkan sampah yang dapat didaur ulang dengan sampah yang tidak dapat didaur ulang, melakukan daur ulang sampah organik dengan pengomposan sampah, serta membuang sampah pada tempatnya. Upaya lain dapat dilakukan dengan menggalakkan gerakan penghijauan di lingkungan sekitar tempat tinggal masing-masing. Hendaknya masyarakat lebih memilih menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan, seperti bahan-bahan yang mudah didaur ulang dan tidak mencemari lingkungan.

D. Etika Lingkungan

Etika lingkungan adalah sikap dan tingkah laku manusia yang objektif terhadap kelestarian lingkungan sehingga dihasilkan manusia yang sadar lingkungan. Sebagai bagian dari lingkungan manusia hendaknya memiliki sikap dan kebijaksanaan moral dalam pergaulannya dengan lingkungan. Beberapa prinsip yang sejalan dengan etika lingkungan di antaranya berikut ini.

1. Manusia bukan sumber dari semua nilai, manusia bagian dari lingkungan.
2. Manusia harus menjadi pengelola sumber daya yang bijaksana dari generasi ke generasi.
3. Sumber daya digunakan seoptimal mungkin untuk kesejahteraan manusia.
4. Perbaikan lingkungan harus disesuaikan dengan produksi benda dan materi.
5. Hubungan manusia dengan alam harus saling menguntungkan berdasarkan pengertian ekologi.
6. Lingkungan diciptakan tidak hanya untuk manusia tetapi juga untuk makhluk hidup lainnya.
7. Sumber daya alam bersifat tidak tak terbatas, karena itu pemanfaatannya harus seefisien mungkin dan menghindarkan sikap boros.

Diharapkan setiap manusia mampu menyelaraskan pola pikir, sikap, dan tindakannya sesuai dengan prinsip-prinsip etika lingkungan. Upaya ini dapat dimulai dari diri sendiri, keluarga, masyarakat dan akhirnya oleh seluruh warga negara. Dengan demikian setiap warga negara diharapkan memiliki peran dan partisipasi masing-masing dalam pelestarian lingkungan.

E. Limbah dan Daur Ulang Limbah

Limbah dapat diartikan zat atau bahan dari sisa produksi atau kegiatan. Umumnya limbah berasal dari kegiatan manusia, baik berasal dari kegiatan rumah tangga (limbah domestik) maupun dari sisa kegiatan produksi pada industri (limbah pabrik). Limbah domestik biasanya berskala kecil, kurang atau tidak mengandung racun, dan tidak mengalami proses pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Adapun limbah pabrik biasanya dalam skala besar, lebih bersifat toksik, dan biasanya telah mengalami proses pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Menurut jenisnya limbah dikelompokkan menjadi *limbah organik* dan *limbah anorganik*.

Menurut bentuk fisiknya limbah dikelompokkan menjadi *limbah padat*, *limbah cair*, dan *limbah gas*. Limbah organik secara alami dapat diuraikan di alam (bersifat biodegradable), seperti kotoran ternak, daun, kertas, bangkai, sisa-sisa tanaman. Adapun limbah anorganik secara alami tidak dapat diuraikan (bersifat nonbiodegradable), seperti logam, kaca, plastik, karet.

Di negara-negara maju biasanya sarana pengolahan limbah dilengkapi dengan pemurnian air limbah melalui beberapa tingkat, sedangkan limbah yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan. Adapun di negara berkembang seperti Indonesia, hal ini belum sepenuhnya dilaksanakan. Bahkan di daerah pemukiman penduduk yang padat dan bantaran sungai masih banyak warga masyarakat yang tidak memiliki bak penampungan limbah (septic tank). Limbah langsung dibuang ke selokan atau sungai sehingga mencemari lingkungan.

Untuk memperkecil dampak pencemaran oleh pembuangan limbah ke lingkungan dapat dilakukan dengan melakukan daur ulang (*recycle*), menggunakan kembali (*reuse*), perawatan (*repair*), dan penghematan (*reduce*). Tidak semua limbah dapat didaur ulang, oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan limbah menurut jenisnya sebelum dilakukan daur ulang. Misalnya limbah dipisahkan menjadi limbah logam, limbah kaca, limbah plastik, limbah kertas. Setelah pemisahan selesai baru dilakukan daur ulang.



Sumber: *Encarta Encyclopedia*

▲ **Gambar 10.8** Daur ulang limbah dapat mengatasi masalah pencemaran.

Di masyarakat kita banyak yang memelihara ternak sebagai upaya untuk menambah penghasilan. Ada yang dimanfaatkan dagingnya, susunya, maupun tenaganya. Selama ini kotoran ternak belum dimanfaatkan secara optimal, bahkan hanya sebagai limbah. Selain dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, kotoran ternak dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari limbah kotoran ternak atau sampah organik lainnya oleh aktivitas bakteri. Kandungan gas utama dalam biogas adalah gas metana (CH_4). Gas ini tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar. Kotoran dari sisa organisme, seperti kotoran sapi, kotoran kerbau, bahkan sampah dedaunan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Dalam kotoran-kotoran tersebut masih terdapat kandungan energi yang belum dimanfaatkan. Oleh aktivitas bakteri *Methanobacterium*, senyawa organik dalam kotoran tersebut difermentasi menghasilkan gas metana. Gas ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk keperluan rumah tangga (menyalakan kompor gas), penerangan, atau kepentingan lain.

Tugas

(Daya Saing Kewirausahaan, Sosial, dan Vokasional)

Bentuklah kelasmu menjadi beberapa kelompok kerja. Lakukan kegiatan pembuatan biogas dengan memerhatikan keterangan berikut.

Untuk pembuatan biogas diperlukan alat dan bahan sebagai berikut.

-) **Alat** : 1. Tabung digester
- 2. Termometer
- 3. Selang
- 4. Sumbat karet berlubang

5. Penjepit
6. Vaseline
7. Statif
8. Korek api

- **Bahan :** 1. Kotoran sapi, kotoran kerbau yang masih baru
2. Sampah dedaunan yang masih segar

- **Urutan kerja:**

1. Masukkan kotoran ke dalam tabung digester (satu jenis kotoran atau campuran), volume kotoran kira-kira setengah volume digester.
2. Tambahkan air hingga kotoran terendam dalam air, lalu aduk sampai merata.
3. Tutup digester dengan penutup (jangan sampai bocor), lalu pasang thermometer dengan sumbat karet pada salah satu lubang dalam penutup.
4. Pasang selang pada lubang lain, dan ujung selang lain ditutup rapat (dengan kran penutup). Usahakan ujung thermometer dan ujung selang jangan menyentuh permukaan bubur kotoran (slurry).
5. Oleskan vaselin di setiap sambungan untuk mencegah kebocoran.
6. Biarkan selama sekitar 4 minggu.
7. Amati dan catat perubahan suhu rata-rata setiap minggu.
8. Setelah 4 minggu, bukalah dengan pelan-pelan kran penutup dan dengan segera dekatkan nyala api atau bara pada ujung selang.
9. Amati dan catat apa yang terjadi.

- **Pertanyaan**

1. Mengapa rangkaian percobaan tersebut harus selalu dalam keadaan rapat (tidak boleh ada kebocoran)?
2. Apa yang terjadi jika terjadi kebocoran digester? Jelaskan!
3. Adakah perbedaan suhu dalam digester dari minggu ke minggu? Bagaimana perubahannya?
4. Apa yang terjadi setelah kran dibuka dan didekatkan nyala api atau bara? Jelaskan mengapa demikian?
5. Dari hasil percobaan ini jelaskan manfaat biogas dalam kehidupan!

Kegiatan

(Kecakapan Personal dan Vokasional)

Tujuan : Untuk mengetahui pengaruh pencemaran air terhadap pertumbuhan tanaman

Alat dan bahan:

Alat : – Pot atau polibag (5 buah)
– Penggaris

Bahan : – Bibit tanaman kacang panjang berumur 1 minggu (5 buah)
– Media tanam (tanah)
– Air sumur, air deterjen, air selokan, air sungai tercemar, air limbah cucian beras

Cara kerja:

1. Sediakan lima buah bibit tanaman kacang panjang berumur satu minggu, pilihlah yang tingginya sama.
2. Isilah pot/polibag dengan tanah/media yang diambil dari lokasi yang sama.
3. Tanamlah bibit tanaman pada masing-masing pot/polibag.
4. Lakukan penyiraman sehari sekali menggunakan air sumur (pot 1), air deterjen (pot 2), air selokan (pot 3), air sungai tercemar (pot 4), dan air cucian beras (pot 5).
5. Amati perubahan tanaman serta ukurlah tinggi tanaman setiap hari, hasilnya dicatat dalam tabel yang kalian rancang sendiri?
6. Lakukan pengamatan dan pengukuran selama dua minggu.

Pertanyaan:

1. Tentukan variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol dalam percobaan ini!
2. Adakah perbedaan tinggi tanaman setelah beberapa hari percobaan?
3. Adakah perbedaan keadaan daunnya (warna, ukuran)?
4. Tanaman dalam pot manakah yang mengalami pertumbuhan paling cepat dan paling lambat?
5. Tuliskan kesimpulan kalian dari percobaan ini!

Presentasikan hasil kerjamu di depan kelas.

Kegiatan

(Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu)

Kandungan oksigen terlarut dalam air sebagai salah satu indikator kualitas air.

Tujuan : Mengetahui kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarutnya

Alat dan bahan:

Alat : – tabung reaksi 5 buah
– kertas label
– plastik, karet
– pipet

Bahan : – Air sumur, air deterjen, air selokan, air sungai tercemar, air cucian beras
– metilen biru

Cara kerja:

1. Siapkan lima tabung reaksi, masing-masing diberi label A, B, C, D, E.
2. Teteskan ke dalam tabung reaksi masing-masing dua tetes metilen biru.
3. Tambahkan air ke dalam tabung reaksi sampai penuh dengan air sumur (tabung A), air deterjen (tabung B), air selokan (tabung C), air sungai tercemar (tabung D), dan dengan air cucian beras (tabung E).
4. Tutup rapat dengan plastik, ikat dengan karet.
5. Letakkan pada rak dan lakukan pengamatan setiap hari selama lima hari mengenai perubahan warna yang terjadi.
6. Catatlah hasil pengamatan dalam tabel.

Tabung	Macam air	Perubahan warna hari ke					Keterangan
		1	2	3	4	5	
A							
B							
C							
D							
E							

Pertanyaan:

1. Apakah semua air dalam tabung mengalami perubahan warna?
2. Perubahan warna apakah yang terjadi?
3. Tabung manakah yang airnya paling cepat mengalami perubahan warna?
4. Urutkan kecepatan perubahan warna air dari yang tercepat sampai yang terlambat!
5. Buatlah kesimpulan mengenai kandungan oksigen dalam kelima sampel air tersebut!
6. Sampaikan kesimpulan kepada guru untuk mendapat tanggapan!

Catatan:

Air yang sehat untuk dikonsumsi adalah air yang memenuhi: 1) syarat fisik tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna; 2) Syarat kimia tidak mengandung racun atau logam-logam berbahaya, kandungan oksigen terlarutnya tinggi; 3) Syarat biologis tidak mengandung bakteri (khususnya *Eschericia coli*), virus atau kuman penyakit lain. Kandungan oksigen terlarut dalam air dapat diketahui dengan indikator metilen biru. Jika oksigen terlarut dalam air tinggi, maka setelah air ditetesi metilen biru air akan bereaksi dengan metilen biru yang menyebabkan warna air tetap biru. Tetapi jika kandungan oksigen terlarutnya rendah, setelah beberapa hari air akan berubah warna dari biru menjadi jernih.

Kecakapan Personal

Pasangkan kata-kata sebelah kiri dengan kata-kata sebelah kanan yang memiliki keterkaitan konsep.

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1. detritivor | a. metana |
| 2. hujan asam | b. menghasilkan mineral |
| 3. biogas | c. limbah cair pabrik |
| 4. pupuk organik | d. polusi CO ₂ udara |
| 5. biodegradasi | e. uap air, asap |
| 6. limbah domestik | f. air cucian, air dari kamar mandi |
| 7. efek rumah kaca | g. cacing tanah, rayap |
| 8. lubang ozon | h. kompos |
| 9. reboisasi | i. urea, TSP |

- 10. tumpangsari
- j. korosi logam
- k. kebocoran AC, kulkas
- l. menurunkan kompetisi antar jenis tanaman
- m. menghutankan kembali lahan gundul

RANGKUMAN

Pencemaran atau polusi adalah peristiwa masuknya atau dimasukkannya zat atau bahan ke lingkungan yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan sehingga lingkungan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Zat atau bahan penyebab polusi disebut polutan. Polusi dapat terjadi karena kegiatan manusia atau peristiwa alam. Menurut tempat terjadinya polusi dibedakan menjadi polusi udara, polusi air dan polusi tanah. Menurut jenis polutannya polusi dibedakan menjadi polusi fisik, polusi kimia, polusi biologi, polusi suara dan polusi radioaktif. Polusi dapat

menurunkan mutu lingkungan, penurunan mutu lingkungan akan menurunkan daya dukung lingkungan. Selain karena kegiatan manusia perubahan lingkungan dapat terjadi karena peristiwa alam. Untuk mengurangi pencemaran terhadap lingkungan dapat dilakukan dengan daur ulang (recycle), digunakan kembali (reuse), perawatan (repair) dan penghematan (reduce). Perubahan lingkungan dapat terjadi karena penebangan hutan secara liar, pertanian sistem monokultur dan pemakaian pestisida dalam pertanian.

UMPAN BALIK

Dewasa ini Indonesia mendapat sorotan dunia karena menjadi pengekspor asap ke Singapura dan Malaysia. Setelah mempelajari bab ini, apa saran kalian untuk menghilangkan julukan pengekspor asap tersebut?

UJI KOMPETENSI

Coba kerjakan di buku kerja kalian.

A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Polusi merupakan peristiwa masuknya zat atau bahan ke lingkungan yang dapat menurunkan mutu lingkungan dan daya dukung lingkungan. Zat atau bahan yang yang menurunkan mutu lingkungan dan daya dukung lingkungan tersebut dinamakan
 - a. toksik
 - b. pencemaran
 - c. polusi
 - d. polutan
 - e. degradasi
2. Derajat pemenuhan kebutuhan dasar makhluk hidup pada kondisi lingkungan tertentu dinamakan
 - a. polusi
 - b. polutan
 - c. mutu lingkungan
 - d. daya dukung lingkungan
 - e. degradasi
3. Plastik, pecahan kaca, logam adalah bahan-bahan yang secara alami tidak dapat diuraikan karena bersifat
 - a. toksik
 - b. biodegradable
 - c. nonbiodegradabel
 - d. korosif
 - e. renewable
4. Suatu bahan dikatakan sebagai polutan jika memenuhi syarat berikut, *kecuali*
 - a. kadarnya melebihi batas
 - b. berada pada waktu yang tidak tepat
 - c. berada di tempat yang tidak semestinya
 - d. bersifat toksik
 - e. tidak mendatangkan manfaat
5. Polutan yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam adalah
 - a. CO_2
 - b. H_2O
 - c. O_2
 - d. SO_3
 - e. NH_3
6. Pemakaian bahan bakar minyak hakikatnya dapat menurunkan mutu lingkungan karena
 - a. minyak makin langka
 - b. minyak bersifat terbarukan
 - c. menghasilkan emisi gas ke udara
 - d. harganya makin mahal
 - e. depositnya di perut bumi makin menipis
7. Istilah yang tepat untuk menggambarkan terjadinya kenaikan suhu secara global di muka bumi adalah
 - a. eutrofikasi
 - b. presipitasi
 - c. kondensasi
 - d. efek rumah kaca
 - e. *blooming*
8. Pemakaian pestisida pada dosis yang kurang tepat menimbulkan kerugian karena
 - a. harganya mahal
 - b. menimbulkan kekebalan hama
 - c. parasitoid ikut mati
 - d. musuh alami hama ikut mati
 - e. pemborosan
9. Pemakaian CFC pada mesin pendingin ruangan, AC, kulkas sebaiknya dipertimbangkan lagi untuk dicarikan alternatif pengganti yang lebih ramah lingkungan. Efek penggunaan CFC terhadap lingkungan adalah
 - a. terjadi hujan asam
 - b. efek rumah kaca
 - c. pemanasan global
 - d. eutrofikasi
 - e. penipisan lapisan ozon
10. Penanganan limbah dari kertas, sampah dedaunan, kotoran ternak yang paling tepat adalah
 - a. *reuse*
 - b. *repair*
 - c. *recycle*
 - d. *reduce*
 - e. *recovery*

11. Kualitas air di antaranya ditentukan oleh keberadaan organisme seperti bakteri *Eschericia coli* dalam air. Jika ditemukan bakteri tersebut dalam air menunjukkan bahwa
 - a. limbah industri
 - b. limbah nuklir
 - c. limbah pupuk
 - d. limbah radioaktif
 - e. limbah feses
12. Jika air ditetesi dengan metilen biru lalu ditutup rapat dan didiamkan beberapa hari warnanya tetap biru berarti
 - a. kandungan oksigennya rendah
 - b. kandungan oksigennya tinggi
 - c. kandungan CO₂ rendah
 - d. kandungan CO₂ tinggi
 - e. kandungan CO₂ tinggi, kandungan O₂ rendah
13. Dilihat dari konsep ekologi sistem pertanian tumpangsari
 - a. baik karena mengurangi kompetisi antar tanaman
 - b. baik karena menghemat tenaga
 - c. tidak baik karena penanganannya sulit
 - d. tidak baik karena rentan erosi
 - e. baik karena cara pemeliharannya lebih mudah
14. Syarat air secara kimia agar layak konsumsi adalah
 - a. tidak berbau
 - b. tidak mengandung bakteri
 - c. tidak berwarna
 - d. tidak mengandung logam berat
 - e. tidak mengandung oksigen
15. Pemakaian DDT pada pertanian dilarang karena DDT bersifat stabil dan dapat terakumulasi pada jaringan konsumen puncak melalui rantai makanan. Akumulasi DDT tertinggi pada konsumen puncak ini dinamakan
 - a. *biological control*
 - b. *biodegradasi*
 - c. *biomagnification*
 - d. *biopestisida*
 - e. *eutrofikasi*

B. Jawablah soal berikut dengan jawaban yang tepat.

1. Jelaskan apa yang dimaksud polusi dan polutan.
2. Apakah syarat-syarat suatu bahan digolongkan sebagai polutan?
3. Jelaskan yang dimaksud efek rumah kaca, penyebab, dan dampaknya.
4. Bagaimana proses terbentuknya hujan asam?
5. Jelaskan dampak polusi terhadap daya dukung lingkungan.