

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XVI

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

Drs. H. HAMKA L., M.S.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

2017

BAB 16

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL



<http://www.pakmono.com>

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan pencemaran dan dampaknya bagi makhluk hidup
2. Mendeskripsikan tentang penyebab terjadinya pemanasan global dan dampaknya bagi ekosistem

A. Pencemaran Lingkungan

Pemanfaatan ilmu dan teknologi untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia memberikan efek sampingan terhadap lingkungan. Adanya berbagai macam industri, banyaknya kendaraan bermotor, penggunaan hasil teknologi di bidang pertanian (penggunaan insektisida, pestisida, penggunaan pupuk buatan, dan lain-lain) menyebabkan peningkatan pencemaran lingkungan.

Pencemaran air, udara, dan tanah adalah masuknya zat, energi, makhluk hidup dan atau komponen lain ke udara atau ke dalam air, ke tanah sehingga berubahnya komposisi air, udara, tanah oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air, udara, tanah menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air, udara, tanah tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/I/1988).

1. Pencemaran Air

Air yang ada di alam ini tidak dalam bentuk murni (H_2O), hal ini tidak berarti bahwa air tersebut telah tercemar. Air permukaan dan air sumur umumnya mengandung zat-zat yang terlarut, seperti senyawa Natrium (Na), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Ferum (Fe). Air yang tidak tercemar tidak selalu merupakan air murni, tetapi merupakan air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu yang melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga air tersebut dapat digunakan untuk air minum, mandi, pengairan tanaman, dan keperluan industri. Adanya bahan-bahan asing yang mengakibatkan air itu tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya secara normal disebut pencemaran air. Kebutuhan makhluk hidup terhadap air bervariasi, oleh sebab itu batas pencemaran terhadap berbagai jenis makhluk hidup juga berbeda. Air kali yang jernih di pegunungan tidak dapat langsung digunakan sebagai air minum karena belum memenuhi persyaratan untuk dikategorikan sebagai air minum.

Untuk menetapkan standar air yang bersih tidaklah mudah, karena tergantung pada beberapa faktor. Faktor penentu itu tergantung pada kegunaan air (untuk minum, untuk industri, keperluan rumah tangga, untuk industri, untuk mengairi sawah, dan kolam perikanan) dan asal sumber air (mata air, air danau, sungai, sumur, dan air hujan).

Baku mutu air pada sumber air adalah batas kadar zat yang diperbolehkan terdapat di dalam air. Air menurut kegunaan dibedakan menjadi 4 golongan yaitu: (1) golongan A adalah air yang dapat digunakan untuk air minum secara langsung tanpa harus diolah terlebih dahulu. (2) Golongan B adalah air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga. (3) Golongan C adalah air yang dapat digunakan untuk pertanian dan peternakan. (4) Golongan D adalah air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dapat dimanfaatkan untuk industri, dan pembangkit listrik tenaga air. Baku mutu limbah cair adalah batas kadar zat yang diperbolehkan untuk dibuang dari sumber pencemar ke dalam badan air, sehingga baku mutu air terpenuhi.

a. Indikator Pencemaran Air

Air telah tercemar dapat diketahui dengan mengamati perubahan-perubahan yang terjadi yaitu sebagai berikut.

1) Perubahan suhu air

Dalam kegiatan berbagai proses industri, sering menggunakan air untuk pendinginan mesin. Air pendingin ini akan mendapatkan panas dari bahan yang didinginkan, sehingga air tersebut menjadi panas. Suhu air buangan tersebut biasanya lebih tinggi daripada suhu air asalnya. Air ini kemudian dikembalikan ke tempat asalnya yaitu sungai atau sumber air lainnya. Air yang panas akan menurunkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air dan meningkatkan kecepatan reaksi kimia. Karena jumlah oksigen yang terlarut kurang dalam air akan mempengaruhi kehidupan hewan air seperti ikan, udang, dan siput. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, hewan-hewan air ini mungkin akan mati.

2) Perubahan pH atau Derajat Keasaman

Air yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan adalah yang mempunyai pH antara 6,5 sampai 7,5. Air dapat bersifat asam atau basa tergantung pada besar atau kecilnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Air yang mempunyai pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas 7 akan bersifat basa. Kebasaan berkaitan dengan kesadahan air dan merupakan salah satu sifat air. Adanya ion kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) di dalam air akan mengakibatkan kesadahan air tersebut. Garam-garam ini biasanya terdapat dalam bentuk fosfat, karbonat, dan klorida. Air yang kesadahannya terlalu tinggi akan menimbulkan korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang berbusa, dan menimbulkan kerak di wadah-wadah untuk pemanasan air. Oleh karena itu, air yang digunakan industri harus dihilangkan dahulu kesadahannya (dinetralkan dengan asam).

3) Perubahan Warna, Bau, dan Rasa Air

Air yang normal biasanya tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna sehingga kelihatan bening atau jernih. Warna air yang terdapat di alam bervariasi, misalnya air di rawa berwarna kuning, coklat atau kehijauan. Air sungai yang berwarna coklat biasanya mengandung lumpur atau tanah liat. Air yang mengandung zat besi (Fe) dalam jumlah yang cukup tinggi umumnya berwarna coklat kemerahan. Air yang berwarna tidak normal menunjukkan terjadinya pencemaran air. Air yang berwarna hijau biasanya banyak mengandung ganggang hijau atau tercemar oleh zat warna tekstil yang berwarna hijau.

Air limbah industri dan limbah rumah tangga berupa bahan organik dan anorganik yang sering larut dalam air, maka akan terjadi perubahan warna air. Selain itu degradasi bahan buangan industri dapat pula menyebabkan terjadi perubahan warna air di badan air.

Tingkat pencemaran air tidak mutlak tergantung pada warna air karena bahan buangan industri yang berwarna belum tentu lebih berbahaya daripada bahan buangan industri yang tidak berwarna. Sering bahan-bahan bersifat racun yang ada dalam bahan buangan industri tidak menyebabkan perubahan warna, sehingga air tersebut kelihatan jernih.

Air yang berbau dapat langsung berasal dari bahan buangan atau air limbah buangan industri berupa bahan-bahan kimia atau perombakan bahan buangan, perombakan tumbuhan atau hewan air yang sudah mati oleh mikroba yang hidup dan ganggang serta zooplankton yang sudah mati. Jadi bau air tergantung pada sumber airnya dan bahan pencemar. Bahan buangan industri yang bersifat organik atau bahan buangan kegiatan industri pengolahan bahan makanan sering menimbulkan bau yang sangat menyengat. Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik terutama protein menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau busuk. Timbulnya bau pada air di lingkungan secara mutlak dapat dipakai sebagai indikator terjadinya pencemaran air yang tinggi. Air yang berbau tidak alami juga dianggap mempunyai rasa yang tidak alami. Pada umumnya adanya rasa pada air diikuti pula dengan perubahan pH dari air tersebut.

4) Adanya Endapan, Koloid, dan Busa

Endapan dan koloid berasal dari bahan buangan industri yang berbentuk padat. Bahan buangan padat yang tidak dapat larut sempurna akan mengendap di dasar perairan dan yang dapat larut sebagian akan menjadi koloid. Endapan sebelum mengendap di dasar perairan akan melayang-layang di dalam air bersama dengan koloid, hal ini akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam lapisan air.

Dengan adanya oksigen yang terlarut dalam air, endapan dan koloid yang berasal dari bahan buangan organik, akan diuraikan oleh mikroba menjadi bahan yang lebih sederhana. Hal ini menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut di dalam air tersebut berkurang, sehingga organisme lain akan kekurangan oksigen. Ada beberapa jenis ikan, seperti ikan mas yang tidak dapat hidup dengan kadar oksigen di bawah 4 bpj (bagian per se juta).

Padatan tersuspensi merupakan padatan yang tidak larut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri atas partikel-partikel yang ukuran maupun bobotnya lebih kecil daripada endapan, misalnya tanah liat, bahan organik tertentu, dan sel-sel mikroba. Air permukaan yang mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi dapat bertahan berbulan-bulan, kecuali jika ada zat-zat lain (tawas) yang mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan.

Air limbah rumah tangga (pencucian pakaian dan perabot dapur) dan tempat pencucian pakaian, mobil, motor sering mengandung deterjen dan sabun yang larut dalam air. Air yang mengandung sabun atau deterjen jika dikocok akan kelihatan berbusa. Air mengandung deterjen atau sabun ini akan mengganggu kehidupan hewan-hewan air dan tumbuhan air.

5) Adanya Mikroorganisme

Adanya mikroorganisme dalam air berasal dari udara, tanah, sampah, lumpur, hewan yang hidup atau bangkai, kotoran manusia atau hewan. Mikroorganisme lingkungan hidupnya tidak cocok. Air dapat berupa medium pembawa bakteri patogen yang berbahaya terhadap kesehatan. Bakteri patogen yang sering ditemukan di dalam air yang tercemar kotoran manusia dan hewan terutama adalah bakteri dan protozoa penyebab penyakit saluran pencernaan, seperti *Vibrio cholera* penyebab penyakit kolera, *Shigella dysenteriae* penyebab penyakit disentri basil, *Salmonella typhosa* penyebab penyakit tifus, *S. paratyphosa* penyebab penyakit para tifus, *Entamoeba histolytica* penyebab disentri amuba.

Mikroorganisme atau mikroba sangat berperan dalam proses perombakan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke badan air. Jika bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, berarti mikroba ikut berkembangbiak dan jumlahnya akan banyak. Dan tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba patogen juga ikut berkembangbiak. Banyaknya bakteri *E. coli* di dalam air menunjukkan bahwa air itu tercemar kotoran manusia, hewan, dan air tersebut tidak layak untuk diminum. Oleh sebab itu bakteri *E. Coli* ini digunakan sebagai salah satu indikator terjadinya pencemaran air.

6) Peningkatan Radioaktivitas di Badan Air

Pemanfaatan, penerapan ilmu dan teknologi nuklir dalam berbagai bidang akhir-akhir ini banyak dilakukan, antara lain di bidang kedokteran, farmasi, pertanian, dan pertambangan.

Sisa buangan radioaktif ini ada yang dibuang ke lingkungan oleh industri pemakainya, sehingga akan masuk ke badan air. Sebetulnya sudah ada peraturan perundangan yang mengatur bahan sisa radioaktif ini, akan tetapi ada industri yang tidak mematuhi peraturan tersebut. Pembakaran batu bara merupakan salah satu sumber yang dapat menaikkan radioaktivitas di lingkungan. Untuk mendeteksi radioaktivitas air dapat digunakan alat Geiger Counter.

b. Komponen-komponen Pencemar Air dan Pengaruhnya Terhadap Makhluk Hidup

Berbagai kegiatan industri dan teknologi yang ada saat ini, jika tidak disertai dengan pengelolaan limbah yang baik akan terjadi pencemaran air, secara langsung dan maupun tidak langsung. Bahan buangan rumah tangga dan air limbah industri merupakan penyebab utama terjadi pencemaran air. Komponen pencemar air ikut menentukan indikator pencemaran air. Komponen pencemar air dikelompokkan sebagai berikut.

- Logam-logam berat
- Pupuk, pestisida, herbisida, dan insektisida
- Deterjen dan bahan pewarna tekstil
- Minyak bumi dan lain-lain

1) Logam-logam Berat dan Pengaruhnya Terhadap Makhluk Hidup

Air buangan industri kimia biasanya mengandung mineral-mineral seperti arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), klor (Cl_2), timbal (Pb), dan raksa (Hg), serta garam-garam kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Garam Ca dan Mg akan menyebabkan kesadahan air. Air yang mempunyai kesadahan tinggi dapat menyebabkan perkaratan pada alat-alat yang terbuat dari besi, sabun kurang berbusa, dan dapat menimbulkan kerak-kerak di wadah yang digunakan untuk memasak air. Oleh sebab itu air yang digunakan untuk industri harus dihilangkan sifat kesadahannya lebih dahulu.

Beberapa polutan logam berat yang sering terdapat dalam air buangan, seperti raksa, timbal, kadmium, dan krom yang sangat berbahaya terhadap kehidupan di sekitar limbah tersebut. Raksa digunakan dalam berbagai bentuk dan keperluan, misalnya dalam industri klor alkali, alat-alat listrik, cat, katalis, kedokteran gigi, industri kertas, dan amalgam.

Penggunaan logam berat terbesar adalah dalam industri klor alkali untuk memproduksi klorin (Cl_2) dan natrium hidroksida (NaOH). Fungsi raksa di sini adalah sebagai katode sel elektrolisis. Penggunaan raksa yang kedua terbesar adalah untuk pembuatan alat-alat listrik, misalnya untuk pembuatan lampu merkuri. Penggunaan ketiga terbanyak adalah dalam pembuatan baterai merkuri. Raksa juga digunakan sebagai fungisida untuk membunuh jamur, dalam pembuatan beberapa jenis cat, bubuk kertas, dan bidang pertanian. Cat untuk kapal-kapal supaya tahan air sering ditambahkan merkuri oksida (HgO).

Penggunaan raksa untuk pengawetan kertas sejak tahun 1970 telah dilarang, karena kertas sering digunakan untuk membungkus makanan. Raksa juga digunakan sebagai katalis pada industri vinil klorida yang merupakan bahan dasar plastik. Keracunan raksa (merkuri) di teluk Minamata di Jepang disebabkan karena buangan raksa dari pabrik vinil klorida (tahun 1953-1960). Logam merkuri ini bersifat terakumulasi (penumpukan) dalam tubuh makhluk hidup melalui rantai makanan. Limbah yang mengandung merkuri yang dibuang ke sungai akan diserap oleh ganggang dan protozoa, mikroorganisme ini akan dimakan oleh ikan kecil atau oleh kerang. Dalam tubuh ikan dan kerang akan terjadi akumulasi merkuri. Jika ikan dan kerang tersebut dimakan oleh manusia, dalam tubuh orang ini akan mengandung merkuri. Jika orang ini sering memakan kerang dan ikan yang mengandung merkuri, maka logam ini akan menumpuk (terakumulasi) di dalam tubuh orang tersebut.

World Health Organisation (WHO) menetapkan batas maksimum merkuri dalam air adalah 0,001 mg/l. Semua senyawa merkuri dalam jumlah 0,0065 mg/L beracun terhadap tubuh kita. Ion merkuri (Hg^{2+}) dapat merusak ginjal. Senyawa merkuri organometal seperti dimetil merkuri, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ juga sangat toksik. Merkuri di dalam tubuh akan menghambat kerja enzim dan mengakibatkan kerusakan sel karena logam ini berikatan dengan bahan yang mengandung sulfur yang terdapat di dalam molekul enzim dan dinding sel. Kerusakan tubuh yang disebabkan oleh merkuri biasanya bersifat permanen dan sampai sekarang belum dapat disembuhkan.

Timbal (Pb) banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena titik cairnya rendah, logam lunak, dan dapat membentuk alloy. Penggunaan Pb terbesar adalah untuk

memproduksi baterai aki mobil, untuk pelapis kabel, pipa, solder, dan pewarna. Bahan penyolder mengandung 50-95 % Pb, sisanya adalah timah.

Tidak semua Pb yang tertelan atau terhisap akan tertinggal di dalam tubuh. Kira-kira 8 % dari Pb yang tertelan diserap melalui saluran pencernaan dan kira-kira 30% terhisap melalui saluran pernafasan. Hanya 5-30 % yang terserap saluran pernafasan akan tertinggal dalam tubuh karena dipengaruhi oleh ukuran partikel.

Daya racun Pb di dalam tubuh antara lain disebabkan oleh terhambatnya kerja enzim. Enzim yang dihambat adalah enzim yang diperlukan untuk pembentukan haemoglobin. Pb juga mempengaruhi sistem saraf perifer dan sistem saraf pusat, serta ginjal. Pb juga dapat mempengaruhi pertumbuhan jaringan tulang pada anak-anak. Pb yang tertinggal dalam tubuh akan menumpuk terutama di dalam tulang (90-95 %). Timbal dalam tulang dapat menggantikan Kalsium (Ca) yang dapat menyebabkan kelumpuhan.

Jumlah Pb dalam darah yang dapat menyebabkan keracunan biasanya 60-100 mikrogram dalam 100 mL darah. Kandungan Pb maksimal yang boleh ada dalam makanan yang dipersyaratkan oleh FAO (1975) dan Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan adalah 2 ppm.

Krom (Cr) sering digunakan untuk penyamakan kulit pada industri penyamakan kulit. Kebanyakan industri penyamakan itu membuang sisa larutan penyamak (krom) ke lingkungan. Air yang tercemar krom tidak layak untuk dikonsumsi, jika konsentrasinya tinggi dalam air akan mematikan biota air.

2) Deterjen dan Pewarna Tekstil

Air buangan rumah tangga dan industri pencucian mengandung deterjen yang larut dalam air. Penggunaan deterjen saat ini semakin meningkat untuk berbagai keperluan, yang menjadi masalah utama bukan racunnya, tetapi busanya yang mengganggu di lingkungan air. Surfaktan yang digunakan dalam deterjen sebelum tahun 1965 tidak dapat diuraikan dengan cepat sehingga menumpuk di tempat badan air atau sungai.

Bahan pembentuk utama deterjen adalah natrium tripolifosfat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$). Senyawa ini tidak begitu bermasalah, dalam proses dekomposisi (penguraian)nya di lingkungan, senyawa tersebut diubah menjadi ortofosfat yang tidak beracun bagi makhluk hidup. Fosfat ini jika berada dalam perairan akan mengakibatkan eutrofikasi, sehingga terjadi penyuburan

tumbuhan air. Eutrofikasi yang berlebihan akan mengganggu kehidupan di dalam air tersebut, karena oksigen yang terlarut menjadi kurang. Sabun atau deterjen bekas pencucian yang dibuang ke dalam air akan menaikkan pH air tersebut, sehingga akan mengganggu kehidupan dalam air. Bahan antiseptik yang ditambahkan ke dalam deterjen juga akan mengganggu kehidupan hewan air.

Bahan buangan industri tekstil berupa pencelup (pewarna), bahan kimia lain yang ditambahkan supaya warna tetap awet, jika limbahnya dibuang ke badan air akan menyebabkan pencemaran. Industri tekstil yang nakal sering membuang limbahnya ke sungai sebelum diolah, walaupun sudah aturan dari pemerintah bahwa limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu baru boleh dibuang ke badan air. Bahan-bahan ini jika konsentrasinya tinggi akan mematikan biota air dan ada yang bersifat karsinogenik.

3) Pupuk, Insektisida, dan Pestisida

Pupuk buatan seperti urea, NPK, trisuperfosfat, amonium sulfat yang digunakan secara berlebihan oleh petani juga merupakan sumber pencemaran. Pupuk buatan ini larut di dalam air, jika digunakan berlebihan akan dihanyutkan oleh air hujan dan terbawa oleh aliran air ke sungai atau ke badan air lainnya. Pupuk ini juga akan menyebabkan eutrofikasi di badan air.

Pemakaian bahan insektisida pada lahan pertanian sering meliputi daerah yang luas, sehingga pemakaian bahan ini cukup banyak. Sisa bahan ini dapat sampai ke sungai (badan air) melalui hujan yang jatuh pada daerah pertanian tersebut, dan dialirkan melalui pengairan sawah kemudian mengalir ke sungai atau danau sekitarnya. Insektisida umumnya sulit diuraikan oleh mikroorganisme, walaupun ada yang dapat terurai tetapi memerlukan waktu yang lama. Waktu penguraiannya antara beberapa minggu sampai beberapa tahun tergantung jenis insektisidanya. Insektisida ini sering dicampur dengan minyak bumi sehingga air yang kena bahan buangan ini permukaannya tertutup oleh lapisan minyak, sehingga akan menyebabkan menurunnya kandungan oksigen dalam air.

Insektisida yang paling banyak digunakan adalah insektisida organik sintetis. Penggunaan insektisida ini menimbulkan masalah di lingkungan. Insektisida organik sintetis dapat dibedakan atas 3 kelompok berdasarkan struktur dan komposisinya yaitu sebagai berikut.

- a. Insektisida organoklorin, contohnya DDT (Dikloro Difenil Triklor etan), metoksiklor, aldrin, dan dieldrin. Senyawa DDT ini sebetulnya sudah dilarang penggunaannya karena sukar diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Akan tetapi DDT ini masih saja digunakan oleh petani secara sembunyi-sembunyi karena dianggap lebih ampuh.
- b. Insektisida organofosfor, contohnya paration dan malation.
- c. Insektisida karbamat, misalnya karbaril dan baygon.

Sifat-sifat insektisida berbeda-beda meskipun termasuk ke dalam satu kelompok. Dua sifat insektisida yang penting jika dilihat dari segi pencemaran terhadap lingkungan yaitu daya racun dan kemudahan terurai. Insektisida yang paling cepat terurai adalah karbamat dan organofosfor. Insektisida yang mempunyai daya racun rendah adalah metoksiklor, malation, dan karbaril. Paration, aldrin, dieldrin, dan DDT yang mempunyai daya racun tinggi.

Insektisida yang sangat beracun terhadap hewan percobaan juga sangat beracun terhadap manusia. Kontaminasi bahan pangan oleh insektisida, seperti biji-bijian dan produknya menyebabkan keracunan yang bersifat epidemik. Tahun 1972 di Kolombia terjadi keracunan insektisida yang menyebabkan kematian 88 orang karena terkontaminasi paration pada bahan makanan.

Bagian tubuh yang dipengaruhi oleh insektisida ini adalah sistem saraf otonom sehingga menyebabkan tremor (gemetar), konvulsi, kematian pada serangga, burung, dan mammalia. Mekanisme kerja insektisida ini adalah melalui molekul organoklorin yang larut dalam membran lemak yang mengelilingi saraf, sehingga mengganggu transpor rangsangan yang masuk dan keluar melalui sistem saraf. Hal ini menyebabkan terjadi tremor dan konvulsi.

4) Bahan Organik

Pada umumnya bahan buangan organik berupa limbah yang dapat dibusukkan atau diuraikan oleh mikroba. Bahan organik ini ada yang berupa koloid dan ada yang dapat mengendap dan ada yang larut dalam air. Karena bahan organik ini dapat membusuk atau terurai maka akan bijaksana jika bahan buangan ini tidak dibuang ke badan air. Bahan organik ini juga dapat menyebabkan meningkatnya populasi mikroba dalam air. Sebaiknya

bahan buangan organik ini dikumpulkan untuk dijadikan kompos yang berguna bagi pemupukan tanaman.

Jika bahan makanan olahan yang mengandung protein dan gugus amin, diuraikan oleh mikroba akan terurai menjadi asam belerang yang berbau telur busuk, dan amoniak yang mudah menguap. Air yang mengandung bahan buangan makanan olahan, misalnya limbah tahu, tempe akan mengandung banyak mikroba. Mikroba ini memerlukan oksigen untuk menguraikan limbah tersebut, sehingga air yang tercemar bahan organik kurang kandungan oksigennya. BOD (Biochemical oxygen Demand) digunakan untuk mengukur banyaknya pencemar organik. BOD adalah kebutuhan oksigen biologis untuk reaksi oksidasi terhadap buangan di air Menurut peraturan Menteri Kesehatan, kandungan oksigen dalam air minum atau BOD tidak boleh kurang dari 3 ppm.

5) Minyak Bumi

Minyak bumi yang terdapat di dalam air, ada yang berasal dari pembersihan kapal laut, pencucian kapal motor, kebocoran kapal pembawa minyak bumi, dan buangan pabrik. Minyak bumi dan lemak tidak larut dalam air, oleh karena itu jika minyak dan lemak mencemari badan air akan tetap terapung di permukaan air. Jika buangan minyak mengandung senyawa yang dapat menguap akan terjadi penguapan dan luas permukaan minyak yang menutupi air akan berkurang. Luas penyusutan tergantung pada jenis minyak dan waktu. Lapisan minyak yang menutupi permukaan air ada yang dapat terurai oleh mikroorganisme tertentu, tetapi ada yang memerlukan waktu yang lama untuk menguraikannya.

Lapisan minyak di permukaan air akan mengganggu organisme di dalam air tersebut, karena akan menghalangi difusi oksigen ke dalam air, mengganggu masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu fotosintesis tumbuhan air. Di samping itu adanya lapisan minyak di permukaan air akan mengganggu kehidupan burung air karena burung-burung ini berenang dan menyelam, sehingga bulunya akan ditutupi minyak dan menjadi lengket, yang berakibat kemampuan terbangnya menurun.

2. Pencemaran Udara

Udara yang bersih hanya mengandung gas oksigen, nitrogen, uap air, sedikit gas karbondioksida, dan gas-gas mulia. Komposisi udara kering yang uap airnya telah dihilangkan relatif konstan. Komposisi udara kering normal di permukaan laut dapat dilihat pada Tabel 16.1 berikut.

Tabel 16.1 Komposisi udara kering di permukaan laut

Komponen	Rumus kimia	Persen volume
Nitrogen	N ₂	78,03
Oksigen	O ₂	20,99
Argon	Ar	0,94
Karbon dioksida	CO ₂	0,033
Neon	Ne	0,0015
Helium	He	0,00052
Kripton	Kr	0,00014
Xenon	Xe	0,000006

(Sumber : Chang Raymond, 1998)

Pada saat ini, di beberapa tempat terutama di kota-kota besar, udara sudah jauh dari keadaan bersih. Banyak polutan yang sudah tercampur ke udara yang berasal dari hasil pembakaran batu bara, minyak bumi, dan pembakaran sampah, serta asap kendaraan bermotor. Apa saja jenis polutan itu? Bagaimana cara polutan-polutan tersebut sampai ke udara dan dari mana asalnya? Apa akibatnya pada manusia atau makhluk hidup dan lingkungan ? Uraian berikut ini berusaha memberi jawaban untuk pertanyaan tersebut di atas.

a. Jenis-jenis Polutan di Udara

1) Polutan Karbon, Karbonmonoksida, dan Karbondioksida

Polutan karbon yang mencemari udara ini umumnya dapat berwujud gas atau padat. Polutan yang berwujud padat biasanya berupa butiran-butiran yang sangat halus dan cukup stabil di udara dalam waktu yang cukup lama dan ini biasanya disebut partikulat. Senyawa karbon dapat menjadi polutan di udara dalam dua bentuk di atas. Mengapa hal tersebut

dapat demikian? Polutan karbon biasanya berasal dari pembakaran bahan bakar minyak atau batu bara, kayu untuk keperluan energi yang digunakan untuk memasak, pembangkit tenaga listrik, menjalankan kendaraan bermotor, dan lain-lain.

Hidrokarbon (HC) berasal dari bermacam-macam sumber, yaitu tidak terbakarnya bahan bakar secara tidak sempurna dan tidak sempurna terbakarnya minyak pelumas. Emisi HC kebanyakan berasal dari mesin-mesin diesel berbahan bakar solar. Emisi HC ini dalam bentuk gas metan (CH_4). Emisi gas metan ini dapat menyebabkan penyakit leukemia dan kanker.

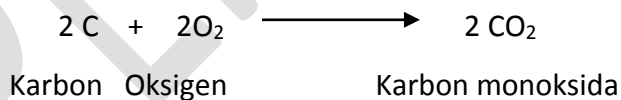
Bahan-bahan sumber energi tersebut jarang sekali yang dapat mengalami pembakaran sempurna. Hal ini dapat dibuktikan pada persamaan reaksi kimia pada pembakaran lilin, yaitu



Di sini yang digunakan senyawa hidrokarbon dengan rumus molekul C_5H_{12} . Bahan bakar minyak bumi atau batu bara terdiri atas senyawa hidrokarbon. Persamaan reaksi di atas menunjukkan bahwa reaksi tidak berlangsung sempurna. Unsur karbon (C) yang tidak terbakar akan kelihatan sebagai asap hitam. Selanjutnya pembakaran yang tidak sempurna ini akan menimbulkan masalah baru yaitu karbon berikatan dengan oksigen membentuk karbonmonoksida, seperti reaksi di bawah ini.



Jika terjadi pembakaran yang sempurna pada karbon akan terjadi reaksi berikut.



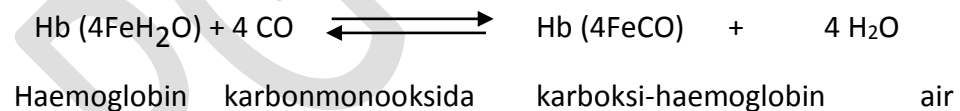
Asap kendaraan bermotor merupakan sumber utama karbon monoksida di berbagai kota, terutama kota besar yang banyak kendaraan bermotornya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 60% pencemaran di kota Jakarta disebabkan oleh kendaraan bermotor terutama yang berbahan bakar solar. Konsentrasi CO di udara pada tempat tertentu dipengaruhi oleh kecepatan emisi (pelepasan) CO ke udara dan kecepatan penyebaran CO di udara. Di daerah perkotaan kecepatan penyebaran CO dari udara sangat lambat. Kecepatan penyebarannya dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin, turbulensi udara, dan stabilitas

atmosfir. Di kota-kota besar walaupun turbulensi timbul karena adanya kendaraan yang bergerak dan aliran udara di atas dan di sekeliling bangunan, tetapi karena keterbatasan ruangan maka gerakan udara menjadi sangat terbatas sehingga konsentrasi CO di udara meningkat.

Karbon monoksida ini merupakan gas yang beracun dan dengan adanya gas ini di udara dapat menimbulkan malapetaka. Orang yang keracunan gas karbonmonoksida kemampuan darahnya untuk mengikat gas oksigen dari paru-paru akan menurun karena Fe dalam haemoglobin yang berfungsi mengikat gas oksigen dalam darah telah berikatan dengan gas karbon monoksida (CO). Hal ini terjadi karena kemampuan Fe-haemoglobin mengikat CO jauh lebih besar dibandingkan dengan kemampuan untuk mengikat oksigen (200X lebih kuat). Haemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transpor untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihemoglobin (HbO_2) dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan membawa CO_2 dalam bentuk HbCO_2 dari sel-sel tubuh ke paru-paru.

Dengan adanya CO, haemoglobin dapat membentuk karboksi-haemoglobin (HbCO). Jadi dengan adanya CO kemampuan darah membawa oksigen menjadi berkurang.

Reaksinya adalah sebagai berikut.



Pengaruh CO terhadap tubuh manusia ditentukan oleh konsentrasi HbCO yang terdapat dalam darah, semakin tinggi persentase haemoglobin yang berikatan dengan CO semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia. Konsentrasi CO yang tinggi di udara dapat menyebabkan turunnya berat janin dan meningkatnya jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Hubungan antara konsentrasi HbCO di dalam darah dan pengaruhnya terhadap manusia dapat dilihat pada Tabel 16.2.

Tabel 16.2 Pengaruh konsentrasi HbCO dalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi HbCO dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1,0	Tidak ada pengaruhnya
1,0 – 2,0	Penampilan agak tidak normal
2,0 – 5,0	Berpengaruh terhadap sistem saraf pusat, reaksi alat indera tidak normal, pandangan kabur
> 5,0	Perubahan fungsi jantung
10,0 – 80,0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang, pingsan, sukar bernapas dan dapat menyebabkan kematian

Secara normal sebenarnya darah mengandung HbCO dalam jumlah sekitar 0,5%, ini berasal dari CO yang diproduksi oleh tubuh selama metabolisme pemecahan komponen haemoglobin. Yang lainnya berasal dari CO yang terdapat di udara dalam konsentrasi yang rendah.

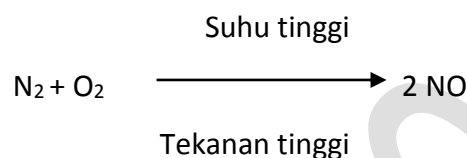
Sumber utama gas CO di kota-kota besar adalah asap kendaraan bermotor roda empat. Untuk menunjukkan adanya karbon monoksida dapat digunakan senyawa paladium sulfat. Senyawa ini merupakan indikator yang sangat peka terhadap karbon monoksida. Jika gas ini ada di udara, paladium sulfat yang berwarna kuning akan berubah menjadi hijau.

Dalam jumlah tertentu karbon dioksida (CO₂) diperlukan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis menghasilkan karbohidrat (glukosa) dan oksigen, akan tetapi penggunaan bahan bakar oleh kendaraan yang banyak sekali mengakibatkan gas CO₂ di udara melebihi dari yang dibutuhkan tumbuhan. Tingginya kadar CO₂ di udara dapat mengubah iklim, misalnya suhu udara menjadi tinggi. Suhu yang tinggi akan mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Perubahan iklim itu terjadi karena CO₂ yang disebut gas penyebab timbulnya “green house effect” yang membentuk selimut isolasi sekeliling bumi yang menahan kembalinya panas bumi setelah disinari matahari, sehingga suhu udara menjadi tinggi. Kadar CO₂ yang tinggi di udara akan berpengaruh negatif terhadap pernafasan manusia (menjadi lebih cepat), peredaran darah, dan gangguan pada sistem saraf pusat.

2) Polutan Oksida Nitrogen (NO_x)

Beberapa nitrogen oksida di udara terutama berasal dari asap kendaraan bermotor. Minyak bumi berasal dari fosil-fosil makhluk hidup yang banyak mengandung senyawa nitrogen. Gas NO₂ juga dikeluarkan dari industri kimia, industri pembangkit tenaga listrik, dan asap rokok.

Nitrogen (N₂) termasuk gas yang sukar bereaksi, akan tetapi pada kondisi tertentu, misalnya suhu dan tekanan udara yang tinggi gas ini dapat juga bersenyawa dengan oksigen membentuk oksida-oksida nitrogen, seperti reaksi di bawah ini.



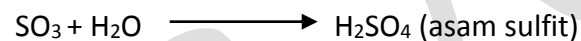
Telah diketahui bahwa pembakaran selalu berhubungan dengan udara, sedangkan udara sendiri mengandung gas nitrogen. Oleh sebab itu pembentukan gas nitrogen monoksida (NO) tidak dapat dihindari pada waktu terjadi pembakaran. Makin tinggi suhu yang dihasilkan pembakaran makin banyak dibentuk gas NO. Untuk memperoleh efisiensi yang baik dari kendaraan bermotor atau pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik, maka suhu harus tinggi, sehingga gas NO ini banyak dihasilkan. Hal ini memang masalah yang belum terpecahkan atau merupakan suatu dilema. Gas NO di udara bereaksi dalam beberapa jam dengan gas oksigen menghasilkan gas nitrogen dioksida (NO₂) yang daya racunnya lebih tinggi daripada gas NO. NO₂ ini merupakan suatu gas yang berwarna coklat kemerahan, berbau sangat tajam, dan berbahaya. Sifat racun gas NO₂ empat kali lebih kuat daripada gas NO. Jika gas ini terhisap pada waktu bernapas, akan bersenyawa dengan uap air dalam paru-paru membentuk asam nitrat (HNO₃), yang mengakibatkan gangguan pada paru-paru. Paru-paru yang kena gas NO₂ akan membengkak, sehingga orang tersebut sukar bernapas yang akhirnya dapat menyebabkan kematian. Pencemaran oleh gas NO dan NO₂ dapat juga menyebabkan mata terasa pedih dan berair. Gas NO₂ dapat menghalangi jarak penglihatan karena menghasilkan kabut fotokimia yang berwarna kejinggaan.

Gas NO dan NO₂ di udara dengan adanya uap air akan membentuk asam, jadi akan menyebabkan hujan asam. Hujan asam ini akan berpengaruh buruk terhadap pertanian,

hutan, hewan dan tumbuhan air, juga merusak bangunan. Bahaya asam nitrat atau nitrit pada tumbuhan antara lain adalah timbulnya bintik-bintik di permukaan daun. Pada konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, sehingga daun tidak dapat berfotosintesis dan tanaman tidak dapat berproduksi. Konsentrasi NO sebesar 10 bpj (bagian persepjuta) dapat menurunkan kemampuan daun dalam berfotosintesis sampai 70%.

3) Polutan Oksida Belerang (SOx)

Belerang bebas atau unsur belerang murni tidak menimbulkan masalah polusi udara. Akan tetapi oksida-oksida belerang (SOx) yang terdiri atas belerang dioksida dengan rumus kimia SO_2 dan belerang trioksida dengan rumus kimia SO_3 menimbulkan masalah polusi, apabila zat ini tercampur di udara. Kedua jenis oksida belerang ini dapat membentuk asam jika terlarut dalam air, menurut persamaan reaksi berikut ini.



Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi dengan benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses perkaratan dan proses kimia lainnya. Belerang dioksida pada suhu kamar berwujud gas dan berbau tajam dan tidak mudah terbakar, akan tetapi belerang trioksida dapat berwujud zat padat dengan warna putih, sangat reaktif dan akan melebur pada suhu $16,8^{\circ}C$. Jadi pada suhu kamar SO_3 dapat berwujud cair. SO_2 di udara akan mulai tercium baunya jika konsentrasinya berkisar antara 0,3 - 1 bpj. Pada umumnya gas buangan hasil pembakaran mengandung lebih banyak gas SO_2 daripada gas SO_3 . Jadi di udara yang dominan adalah gas SO_2 .

Polutan-polutan SO_2 dan SO_3 ini berasal dari hasil pembakaran batu bara dan minyak bumi yang memang mengandung sejumlah senyawa-senyawa belerang, sedangkan sumber alami adalah dari letusan gunung berapi. Ketika kedua jenis bahan ini dibakar maka senyawa belerang yang terkandung di dalamnya mengalami reaksi, berubah menjadi senyawa SO_2 dan SO_3 . Gas ini mudah dicirikan dengan baunya yang sangat tajam dan mempunyai efek pada

selaput mata dan rongga hidung. Anda dapat mencium bau SO_2 selama satu atau dua detik pada waktu menggoreskan korek api.

Walaupun sedikit sekali senyawa belerang terdapat dalam batu bara atau minyak bumi, tetapi karena bahan ini dibakar dalam jumlah yang banyak sekali, maka jumlah SO_2 yang dikeluarkan ke udara cukup besar. Sebagai contoh, suatu pembangkit listrik tenaga uap dengan kapasitas pembakaran batu bara sebanyak 50.000 ton per hari, akan mengeluarkan 300 sampai 400 ton SO_2 per hari. Badan WHO menyatakan pada tahun 1987 jumlah SO_2 di udara telah mencapai ambang batas yang ditetapkan WHO.

Beberapa logam seperti tembaga, antimon, arsen, dan besi terdapat di alam dalam bentuk senyawa-senyawa belerang atau sulfida-sulfida. Sulfida-sulfida ini biasanya diubah menjadi oksida belerang (SO_x). Pada tingkat pengolahan senyawa tersebut, akan dibebaskan belerang dalam bentuk gas SO_2 dan asap putih SO_3 . Oksida-oksida belerang yang sangat beracun ini biasanya dibuang saja ke udara melalui cerobong-cerobong asap yang amat tinggi.

Belerang dioksida di udara dapat mematikan tumbuh-tumbuhan dan dapat merusak konstruksi beton atau besi. Jika gas ini masuk ke dalam saluran pernapasan akan bereaksi dengan air di dalam jaringan paru-paru membentuk asam sulfat (H_2SO_4). Asam sulfat ini berbahaya bagi jaringan paru-paru yang sangat lembut itu. Dalam jumlah yang sangat kecil sekali gas SO_2 dapat menyebabkan paru-paru terbakar dan menimbulkan rasa sesak dan perasaan yang tidak enak dalam paru-paru. Konsentrasi SO_2 sebesar 0,1-0,2 ppm dapat menyebabkan asma dan paru-paru membengkak (emfisema). Akhir-akhir ini ditemukan, dalam percobaan dengan hewan, bahwa SO_2 dapat menimbulkan gangguan pada fungsi genetik. Hal ini disebabkan terjadinya mutasi yang tidak diinginkan pada generasi makhluk hidup berikutnya.

Gas SO_x bereaksi dengan uap air di udara membentuk asam sulfat atau asam sulfat. Jika asam sulfat dan asam sulfat yang ada di udara ini turun ke tanah bersama-sama dengan air hujan, terjadilah hujan asam. Hujan asam dapat merusak tanaman dan menurunkan kesuburan tanah. Tetesan asam sulfat pada daun yang telah basah dapat menyebabkan bintik-bintik pada daun. Tumbuhan yang banyak menyerap asam sulfat dapat menyebabkan

daunnya gugur. 2 sebesar 0,1-0,2 ppm dapat menyebabkan asma dan paru-paru membengkak (emfisema). Akhir-akhir ini ditemukan, dalam percobaan dengan hewan, bahwa SO₂ dapat menimbulkan gangguan pada fungsi genetik. Hal ini disebabkan terjadinya mutasi yang tidak diinginkan pada generasi makhluk hidup berikutnya.

4) Polutan Hidrogen Sulfida (H₂S)

Gas ini berbau seperti telur busuk dan tidak berwarna, serta mudah berubah menjadi SO₂ dalam udara. Gas ini dihasilkan oleh pembusukan protein hewan oleh bakteri secara anaerob, asap gunung berapi, dan dari industri. Gas H₂S ini di udara mudah berubah menjadi belerang dioksida (SO₂). H₂S dalam kadar yang tinggi (di atas 30 mg/m³ udara) dapat merusak sel-sel saraf pusat. H₂S ini dapat menyebabkan kepala pusing, mual, batuk, dan merusak paru-paru. Juga dapat menyebabkan kematian mendadak, jika kadarnya telah mencapai 900 mg/m³ udara. Nilai ambang batas (NAB) untuk H₂S adalah 2 bpj.

5) Dioksin

Dioksin sebagian besar berasal dari pembakaran sampah rumah tangga, sampah rumah sakit, dan sampah industri. Pembakaran sampah rumah tangga terutama sampah yang mengandung plastik dan kertas yang mengandung bahan pengawet, dan daun-daunan yang mengandung pestisida merupakan sumber utama dioksin. Industri yang menggunakan klor, seperti industri kimia, insektisida, plastik, bubur kertas, pabrik kertas, pembakaran minyak bumi dan batu bara juga menghasilkan dioksin. Dioksin dalam jumlah kecil juga terdapat dalam asap rokok.

Dioksin adalah istilah yang digunakan untuk kelompok senyawa yang mengandung klor yang membahayakan dan termasuk golongan senyawa CDD (Chlorinated dibenzo-p dioksin), CDF (Chlorinated dibenzofuran) atau PCB (Polychlorinated biphenyl). Ada ratusan senyawa yang termasuk kelompok dioksin. Salah satu senyawa yang paling beracun adalah TCDD (2,3,7,8. tetrachloro dibenzo-p-dioksin). Dioksin mempunyai struktur kimia yang sangat stabil dan bersifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam lemak. Karena strukturnya stabil, maka zat ini tidak mudah terurai, sehingga sangat berbahaya. Dioksin ini larut dalam lemak

sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Nilai ambang batas aman bagi dioksin adalah 1-4 sepertriliun gram perberat badan.

Senyawa dioksin yang ada di udara, dalam waktu beberapa hari akan berada di tanah, di badan air dan menumpuk di tanah, di badan air, dan masuk ke dalam tubuh hewan air, termasuk ikan dan menumpuk dalam tubuh hewan tersebut. Jika ikan itu dimakan oleh manusia akan ada dalam tubuhnya. Dioksin mudah tersebar di alam melalui bantuan angin dan air.

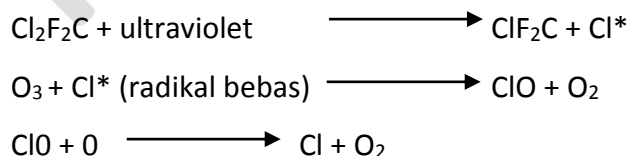
Hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa dioksin merupakan penyebab kanker, terutama kanker prostat dan kanker testis pada laki-laki, kanker payudara dan rahim pada wanita. Dioksin dapat juga menyebabkan penyakit kulit yang parah, gangguan saraf perifer, depresi, hepatitis, pembengkakan hati, gangguan sistem imunitas, dan gangguan proses pertumbuhan pada anak-anak.

6) CFC (Chloro Fluo Carbon)

CFC banyak digunakan untuk mengembangkan busa kasur, kursi, untuk AC, pendingin lemari es, gas pendorong (aerosol) pada botol semprot, misalnya pada 'hair spray'. Senyawa CFC lebih dikenal dengan merek dagang freon. Gas ini tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berbahaya terhadap kesehatan. Tetapi gas ini dapat merusak lapisan ozon.

Jika gas ini ada di udara, akan naik ke atas dan sampai ke lapisan stratosfir. Lapisan ozon ini terdapat di stratosfir dan berfungsi sebagai pelindung bumi dari sinar ultraviolet. Radiasi ultraviolet dapat menyebabkan kanker kulit dan mata, mutasi, dan tumbuhan menjadi kerdil. Sinar ultraviolet dapat juga menyebabkan suhu bumi menjadi naik.

Setelah sampai di lapisan ozon, CFC ini bereaksi dengan ozon, ozonnya akan terurai menjadi O_2 , sehingga lapisan ozon menjadi rusak. Reaksinya adalah sebagai berikut.



Pada saat ini kerusakan lapisan ozon ini terlihat di atas kutub selatan, berupa lubang ozon. Kerusakan ini harus dicegah supaya tidak meluas, yaitu dengan tidak menggunakan CFC. Jika tidak dicegah kerusakan ini akan sampai meluas di atas stratosfir Indonesia.

7) Partikel-partikel

Polutan udara, di samping berwujud gas, ada juga yang berbentuk partikel-partikel kecil padat dan butiran cairan yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar di udara. Pencemaran udara akibat partikel-partikel tersebut merupakan masalah di lingkungan yang perlu mendapat perhatian, terutama di daerah perkotaan. Sebagian partikel yang keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah partikel-partikel halus, sehingga dapat masuk ke jaringan paru-paru.

Karena banyaknya jenis partikel dengan sifat kimia yang berbeda, mengenai sifat kimia tidak akan diuraikan dalam makalah ini. Sifat fisik partikel yang penting yaitu ukurannya berkisar antara 0,0002 mikron sampai 500 mikron. Partikel tersebut mempunyai umur antara beberapa detik sampai beberapa bulan dalam bentuk tersuspensi di udara. Umur partikel ini dipengaruhi oleh ukuran dan banyak partikel, serta aliran udara.

b. Pencegahan terhadap Pencemaran Udara

Beberapa pencegahan terhadap pencemaran udara adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk menghindari terjadi pencemaran yang berbentuk asap hitam atau jelaga dianjurkan pabrik mengolah asap tersebut dengan cara pengendapan atau penyaringan.
- 2) Kendaraan bermotor yang sudah tua biasanya mengeluarkan gas CO lebih banyak karena perbandingan bahan bakar dan udara sudah menyimpang dari semula (alat pengaturnya sudah rusak). Oleh karena itu kendaraan bermotor ini harus diperiksa kadar CO (uji emisi) yang dikeluarkan secara periodik sebelum dinyatakan layak untuk dioperasikan. Jika tidak dinyatakan layak tidak boleh dioperasikan.
- 3) Sampah-sampah yang masih basah jangan dibakar, sebaiknya dikubur dalam tanah. Di dalam kendaraan atau dalam ruangan tidak merokok.
- 4) Di seluruh kota-kota besar dianjurkan untuk menanam pohon-pohonan karena gas CO₂ dapat digunakan oleh tumbuh-tumbuhan dalam proses fotosintesis. Di samping itu debu-debu dapat mengendap pada daun-daun tumbuhan. Kadar yang membahayakan dari polutan-polutan ini dapat diketahui pengaruhnya pada tumbuhan. Dengan banyaknya tumbuh-tumbuhan akan mengurangi jumlah polusi udara.

- 5) Untuk mengurangi dan mencegah emisi SOx ke udara dapat dilakukan beberapa metode berikut.
- a) Menggunakan bahan bakar batu bara atau minyak yang mempunyai kadar sulfur rendah. Harga bahan bakar bersulfur rendah lebih mahal daripada yang bersulfur tinggi.
 - b) Mensubstitusi bahan pembakaran dengan sumber energi lain, misalnya alkohol dan energi surya.
 - c) Menghilangkan sulfur dari bahan bakar sebelum pembakaran.
 - d) Mendirikan suatu unit alat yang dapat mengubah gas SO₂ menjadi belerang bebas. Belerang bebas dapat dijual di pasaran, yang hasilnya dapat digunakan untuk biaya operasi pencegahan polusi udara tersebut.
 - e) Menghilangkan SOx dari gas buangan industri dan knalpot kendaraan dengan cara melewatkan gas ini ke dalam larutan kalsium oksida (CaO) sehingga terbentuk CaSO₄.

3. Pencemaran Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup dan diharapkan tanah tersebut dapat memberikan kelangsungan hidup yang baik bagi makhluk hidup yang menempatinya. Dengan kemajuan teknologi dan pemakaian produknya pada saat ini menyebabkan terjadinya pencemaran tanah. Pencemaran tanah umumnya akan berakibat pula terjadinya pencemaran air. Pencemaran tanah disebabkan antara lain sebagai berikut.

- 1) Pupuk yang digunakan secara berlebihan yang tujuannya menyuburkan tanaman malahan dapat mematikan tanaman dan hewan kecil yang ada di dalam tanah jika digunakan berlebihan, terutama pupuk anorganik (urea, TSP, Amonium sulfat, dan KCL).
- 2) Pestisida yang digunakan untuk membunuh hewan pengganggu (hama), insektisida yang digunakan untuk membunuh serangga, fungisida untuk mematikan jamur yang masuk ke dalam tanah dan juga mematikan mikroba-mikroba pengurai di tanah, sehingga akan menyebabkan siklus zat di alam terganggu atau terputus.

- 3) Deterjen dan sabun yang digunakan berlebihan dan dibuang ke tanah dan ke air akan mengganggu kehidupan organisme di tanah atau di air tersebut, terutama deterjen yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme.
- 4) Sampah berupa plastik yang sukar hancur, botol-botol, dan kaleng-kaleng bekas, kulit bekas sepatu, karet yang sukar dan tidak bisa terurai jika dibuang ke tanah atau ditumbuk di tanah akan mengganggu kehidupan organisme di tempat tersebut. Sampah berupa kertas bekas, bagian tanaman atau hewan yang sudah mati dapat terurai, akan tetapi ini mengganggu kehidupan di tanah tersebut dan akan menimbulkan bau yang busuk.
- 5) Sampah berupa zat radioaktif yang mempunyai waktu paruh yang lama, yang dibuang ke tanah dapat mempengaruhi faktor genetik organisme yang terkena zat tersebut.

Pencegahan Pencemaran Air dan Tanah

Usaha-usaha yang dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air dan tanah adalah sebagai berikut.

- 1) Memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk tidak membuang sampah dan limbah rumah tangga ke sungai dan ke tanah yang digunakan untuk pertanian.
- 2) Pabrik harus melakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air. Untuk warga yang tinggal dekat pabrik, mengawasi pabrik-pabrik supaya mengolah air limbahnya sebelum dibuang ke sungai dan melaporkan kepada petugas Amdal jika ada yang melakukan kecurangan yaitu membuang limbah pabriknya ke badan air.
- 3) Penggunaan pupuk anorganik, pestisida, herbisida, insektisida harus sesuai aturan dan tidak boleh berlebihan, serta jangan melakukan penyemprotan pupuk atau insektisida terhadap tanaman pertanian pada waktu akan turun hujan, karena zat-zat tersebut akan dihanyutkan oleh air hujan.
- 4) Penggunaan deterjen dan sabun untuk mencuci pakaian dan perabotan jangan berlebihan. Air cucian pakaian yang sudah diencerkan dapat digunakan untuk menyiram tanaman.

- 5) Sampah-sampah organik yang berupa daun-daun, dahan-dahan tanaman dan limbah rumah tangga dapat dibuat menjadi kompos. Kompos ini dapat digunakan untuk menanam tanaman.

B. Pemanasan Global

Saat ini pemanasan global merupakan fenomena nyata yang telah menjadi keprihatinan global. Setiap negara mempunyai kepedulian sama terhadap masalah pemanasan global. Dampak pemanasan global dapat dirasakan baik secara langsung maupun tidak langsung, mulai dari mencairnya es, meningkatnya permukaan air laut, cuaca ekstrem yang menyebabkan gagal panen, badai salju dan badai /*superstorm Sandy* yang melanda bagian Timur Amerika, hingga banjir yang melanda Bangkok, Thailand karena naiknya permukaan air laut; dan ancaman terhadap tenggelamnya lahan padi yang tumbuh di Delta Mekong, Vietnam. Laporan ADB tahun 2012 menyebutkan bahwa suhu ekstrem menyebabkan meningkatnya pengungsian lebih dari 42 juta orang di Asia Pasifik pada tahun 2010 dan 2011, seiring dengan terjadinya peningkatan bencana alam karena dampak pemanasan global.

Pemanasan global terjadi ketika konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal sebagai gas rumah kaca (GRK), terus bertambah di udara. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai tindakan manusia yang telah memanfaatkan dan mengubah bentang alam. Saat ini pemanasan global diyakini tidak lagi sebagai sekedar isu, tetapi telah menjadi kenyataan yang memerlukan tindakan nyata. Pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim ini, diyakini telah berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan dan sektor pembangunan. Faktor penyebab pemanasan global adalah meningkatnya gas-gas rumah kaca. Diketahui bahwa 70% dari gas rumah kaca merupakan CO₂ (Jallow, dkk., 2007). Dengan melihat potensi CO₂ sebagai penyumbang terbesar dalam proses pemanasan global, maka emisi CO₂ harus dikendalikan agar tidak terus meningkat. Hutan menjadi salah satu alat pengendalian pemanasan bumi melalui penyerapan CO₂ dalam proses fotosintesis (Ryan, 2004).

Berikut ini akan dikemukakan penyebab, proses terjadinya pemanasan global, dan tindakan yang harus kita lakukan dalam menghadapi pemanasan global.

1. Faktor Penyebab Pemanasan Global

Aktivitas manusia berperan dalam pemanasan global dengan cara menyebabkan perubahan konsentrasi gas rumah kaca (GRK). Gas Rumah kaca mempengaruhi suhu bumi dengan cara mengubah radiasi matahari yang datang dan keluar bumi, diantaranya dengan menyerap infra merah (radiasi panas) yang merupakan bagian dari keseimbangan energi Bumi. Perubahan banyaknya GRK dan partikel atmosfer ini bisa mendorong ke arah pemanasan atau pendinginan sistem iklim. Banyak dari aktivitas manusia yang menghasilkan emisi empat gas rumah kaca utama yaitu karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitro oksida (N_2O) dan halokarbon (sekelompok gas yang mengandung uorine, khlorine dan bromine). Masing-masing GRK ini mempunyai karakteristik tersendiri yang membuat pengaruhnya tidak bisa diabaikan. Semua peningkatan GRK ini dihubungkan dengan aktivitas-aktivitas manusia sebagai berikut.

- a. Karbon dioksida telah meningkat dari penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi, pemanasan dan pendinginan bangunan-bangunan serta produksi berbagai barang yang diperlukan manusia. Penebangan hutan melepaskan CO_2 dan mengurangi pengambilannya oleh tumbuhan. Karbon dioksida juga dilepaskan dalam proses alami seperti pembusukan tumbuhan.
- b. Metana telah meningkat sebagai hasil aktivitas manusia yang berhubungan dengan agrikultur dan distribusi gas alam. Metana juga dihasilkan dari proses alami yang terjadi misal di lahan gambut.
- c. Nitro oksida (N_2O) juga diemisikan dari aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk dan pembakaran bahan bakar fosil. Proses alami didalam tanah dan lautan juga melepaskan N_2O .
- d. Peningkatan konsentrasi gas halokarbon terutama disebabkan oleh aktivitas-aktivitas manusia. Halokarbon utama meliputi chlorofluorokarbon (misal CFC-11 dan CFC-12), yang digunakan secara luas sebagai agen pendingin dan dalam proses industri yang lain

sebelum kehadiran mereka di atmosfer ditemukan menyebabkan penipisan ozon di lapisan stratosfer.

Sejak akhir tahun 1980-an pemanasan global terlihat nyata dan meningkat tajam 0,3 – 0,6°C. Peningkatan suhu ini diperkirakan akan memicu juga perubahan berbagai aspek cuaca seperti pola angin, jumlah, tipe dan frekuensi hujan serta frekuensi kejadian cuaca ekstrim. Coba kamu perhatikan musim hujan dan musim kemarau sekarang ini, apakah masih mengikuti pola seperti jaman dulu

2. Proses Terjadinya Pemanasan Global

Perubahan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, penutupan lahan, serta radiasi matahari telah mengubah kesetimbangan energi di bumi dan hal ini menjadi pendorong pemanasan global. Semua itu mempengaruhi penyerapan, penyebaran dan emisi radiasi di atmosfer dan di permukaan bumi. Aktivitas-aktivitas manusia menghasilkan empat macam emisi GRK yang berumur panjang, yaitu CO₂, metana (CH₄), nitro oksida (N₂O) dan halokarbon (suatu kelompok gas yang berisi fluorine, khlorine atau bromine).

Konsentrasi CO₂, CH₄ dan N₂O di atmosfer global telah meningkat dengan jelas sebagai hasil aktivitas-aktivitas manusia sejak tahun 1750 atau sejak dimulainya Revolusi Industri. Konsentrasi CO₂ dan CH₄ di atmosfer pada tahun 2005 jauh melebihi konsentrasi alami CO₂ dan CH₄ yang terjadi secara alami selama 650,000 tahun terakhir. Peningkatan konsentrasi CO₂ terutama disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil. Perubahan penggunaan lahan juga memberikan kontribusi signifikan tetapi lebih kecil. Sementara peningkatan konsentrasi CH₄ sebagian besar disebabkan oleh agrikultur dan penggunaan bahan bakar fosil. Sedangkan peningkatan konsentrasi N₂O terutama berhubungan dengan agrikultur.

Pada tahun 1850 ketika revolusi industri dimulai konsentrasi Gas Rumah Kaca (CO₂) di atmosfer sebesar 290 ppmv dan pada tahun 2000 (150 tahun kemudian) menjadi 350 ppmv. Dalam keadaan normal ketika konsentrasi GRK masih rendah, panas matahari yang masuk ke bumi sebagian akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis, sebagian lagi dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, dan sebagian lagi akan dipantulkan kembali oleh bumi ke luar atmosfer. Ketika konsentrasi GRK semakin tinggi,

panas matahari tidak bisa lagi diteruskan ke luar atmosfer, namun dipantulkan kembali oleh GRK ke bumi, sehingga panas matahari terperangkap di atmosfer bumi dan menyebabkan meningkatnya suhu bumi.

Diperkirakan pada tahun 2100, GRK akan meningkat menjadi 580 ppmv, kondisi ini akan meningkatkan suhu di Planet Bumi sebesar 4,5 derajat C. Suhu bumi akan meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi GRK. Kondisi ini dikenal dengan istilah "Pemanasan Global". Jadi Pemanasan global adalah kejadian terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari (disebut juga gelombang panas atau gelombang inframerah) yang dipantulkan oleh gas-gas rumah kaca ke bumi.

3. Dampak Pemanasan Global terhadap Ekosistem

Pemanasan Global telah mengakibatkan peningkatan temperatur yang menyebabkan perubahan drastis dalam iklim, maka dampak utama pemanasan global adalah perubahan iklim. Perubahan iklim telah memperlihatkan dampaknya di sektor pertanian Indonesia. Dalam jangka pendek anomali iklim telah mengakibatkan bencana seperti banjir, kekeringan dan angin topan. Bencana-bencana ini telah menurunkan produksi pertanian dan tingkat kesejahteraan antara 2,5 – 18 persen per tahun. Di masa mendatang perubahan iklim diprediksi memiliki kemungkinan menyebabkan bencana yang lebih buruk.

Dampak peningkatan suhu terhadap tanaman pangan diantaranya menyebabkan peningkatan penguapan tanaman yang menurunkan produktivitas, peningkatan konsumsi air, percepatan pematangan buah/biji yang menurunkan mutu hasil, dan perkembangan beberapa organisme pengganggu tanaman. Dampak naiknya muka air laut di sektor pertanian terutama adalah penciptaan lahan pertanian di pesisir pantai, kerusakan infrastruktur pertanian, dan peningkatan salinitas yang merusak tanaman.

Pemanasan global juga merupakan suatu ancaman terhadap kesehatan masyarakat global. Banyak penyakit menular yang betul-betul dipengaruhi kondisi iklim. Penyebaran demam berdarah meningkat secara dramatis di daerah tropis dan kepadatan populasi manusia yang tinggi membantu penyebaran empat tipe virus demam berdarah ke seluruh dunia, meningkatkan jumlah strains virus secara berlipat, yang pada akhirnya meningkatkan

kekuatan penyakit klinis tersebut. Pemanasan global mengakibatkan meningkatnya suhu udara mendorong peningkatan penguapan sehingga kondisi udara menjadi lebih lembab dan hangat yang cocok bagi virus.

Seperti halnya terhadap tanaman pertanian, pemanasan global juga berdampak terhadap tumbuhan di hutan, padahal hutan tropis berperan penting dalam penyimpanan karbon dan menjaga kestabilan iklim global. Secara alami, vegetasi hutan akan memfiksasi gas karbon (CO_2) melalui proses fotosintesis. Hasil dari fotosintesis ini kemudian dikonversikan tumbuhan menjadi material organik. Dengan demikian hutan adalah salah satu komponen penting dari daur karbon global. Jika hutan terganggu maka siklus CO_2 dan O_2 di atmosfer akan terganggu pula.

Sekarang mari kita kaji dampak pemanasan global terhadap kehidupan biota laut. Seperti dikemukakan sebelumnya, bahwa 70% dari gas rumah kaca adalah CO_2 . Lautan menyerap CO_2 dari atmosfer sekitar 2,2 giga ton per tahun atau 30 % dari total CO_2 yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. CO_2 yang masuk ke dalam laut selanjutnya bereaksi dengan air membentuk asam karbonat yang akan membuat laut semakin asam. Selain menurunkan pH air laut pembentukan asam karbonat juga akan menurunkan konsentrasi ion karbonat. Padahal ion karbonat merupakan zat yang digunakan oleh puluhan spesies hewan laut untuk membentuk cangkang dan tulang (kerangka) serta karang. Jika keasaman lautan cukup tinggi, air laut menjadi korosif dan melarutkan cangkang, melemahkan pertumbuhan hewan laut dan terumbu karang beserta jutaan spesies yang bergantung padanya. Jika tekanan terhadap mereka besar, maka kemungkinan kepunahan populasi tidak dapat dihindarkan, termasuk ekosistem terumbu karang.

Mencairnya es di benua Antartika karena pemanasan global selain akan meningkatkan permukaan air laut juga akan mempengaruhi hewan-hewan yang hidup disana misalnya Beruang Laut (Walrus). Hewan ini tergantung pada daratan es yang ada di laut untuk menemukan makanan. Pinggiran es adalah satu area yang kaya akan tumbuhan dan hewan. Area paling produktif adalah air dangkal yang paling dekat dengan pantai. Beruang Laut menggunakan es untuk beristirahat dan kemudian menyelam hingga ke air dangkal untuk

makan hewan atau tumbuhan yang ada disana. Ketika pinggiran es menjauh dari perairan dangkal, maka area tempat beruang laut makan menjadi sedikit.

4. Mitigasi Perubahan Iklim

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di daerah khatulistiwa termasuk wilayah yang sangat rentan terhadap ancaman dan dampak pemanasan global. Perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim, kenaikan suhu udara, dan naiknya permukaan air laut merupakan dampak serius perubahan iklim yang dihadapi Indonesia. Beberapa wilayah di Indonesia sudah mengalami pergeseran musim yaitu perubahan awal dan panjangnya musim, tinggi curah hujan dan keragamannya. Diperlukan upaya mitigasi dan adaptasi di berbagai sektor dalam menghadapi pemanasan global. Mitigasi adalah kegiatan untuk mencegah atau mengurangi laju pemanasan global. Kegiatan mitigasi : meliputi kegiatan mengurangi pelepasan emisi gas rumah kaca melalui kegiatan penanggulangan kebakaran lahan dan hutan serta pengendalian penyiapan lahan tanpa bakar. Di samping itu program mitigasi juga meliputi kegiatan penyerapan emisi melalui penanaman kembali dan rehabilitasi hutan. Tabel 2 menunjukkan beberapa pilihan teknologi dan praktek mitigasi yang tersedia secara komersial.

Tabel 16.3 Pilihan teknologi dan praktek mitigasi pemanasan global

Sektor	Pilihan Teknologi dan praktek Mitigasi yang tersedia secara komersial
Energi	efisiensi; penggantian bahan-bakar fosil; nuklir; energi terbarukan (air, matahari, angin, geothermal , dan bioenergi).
Transportasi	Kendaraan yang efisien; hybrid; biofuels; perubahan modus dari angkutan jalan raya menjadi rel dan angkutan umum; bersepeda, berjalan kaki; perencanaan tataruang
Bangunan	Lampu hemat energi; Alat listrik dan AC hemat energi; pemanasan dan pendinginan tenaga matahari; alternatif dari gas

	fluorinated dalam sistem pendingin.
Industri	Alat listrik hemat energi; recovery panas dan tenaga; daur-ulang; pengendalian emisi gas-gas non-CO ₂ .
Pertanian	Pengelolaan lahan untuk meningkatkan penyimpanan karbon di tanah; restorasi lahan kritis; perbaikan teknik penanaman padi; perbaikan aplikasi pupuk nitrogen; perkebunan infut energi rendah.
Kehutanan	Reboisasi; pengelolaan hutan; pengurangan kerusakan hutan; penggunaan hasil hutan untuk bioenergi.
Limbah	Reboisasi; pengelolaan hutan; pengurangan kerusakan hutan; penggunaan hasil hutan untuk bioenergi.

Sumber : Beedlow, dkk. 2004

Mitigasi merupakan intervensi manusia dalam mengurangi sumber gas rumah kaca (GRK). Sekarang ini mitigasi jangka panjang yang harus dilakukan adalah stabilisasi dan keseimbangan rata-rata temperatur global. Perlu ada visi bersama, pada isu pemanasan global, tidak ada satu pun solusi tunggal yang dapat mengatasinya, oleh karena itu koordinasi di tingkat international sangat dibutuhkan untuk memanfaatkan teknologi bersih dan efisiensi energi. Dalam mitigasi perubahan iklim, kehadiran teknologi bersih dibutuhkan untuk secara bertahap diterapkan dan disebar-luaskan oleh sektor-sektor swasta, termasuk kerjasama teknologi antar industri dan negara berkembang, serta pengembangan inovasi dan teknologi terbaru yang berkelanjutan sangatlah diperlukan.

5. Adaptasi Perubahan Iklim

Adaptasi adalah kegiatan dalam rangkaantisipasi berbagai kemungkinan bahaya yang akan ditimbulkan akibat perubahan iklim. Kegiatan adaptasi misalnya berupa kegiatan identifikasi kawasan hutan rawan bencana, rawan banjir dan tanah longsor, serta rawan kerusakan. Kegiatan adaptasi juga bisa berupa perubahan orientasi pemanfaatan hasil hutan kayu menjadi hasil hutan non-kayu. Berikut ini dikemukakan beberapa contoh adaptasi.

Tabel 16.4 Contoh adaptasi sektor sumber daya air

No.	Dampak	Adaptasi
1.	Kekeringan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi kebocoran pipa • penghematan pemakaian air • desalinisasi air laut • Konservasi dan rehabilitasi hutan di daerah tangkapan air • Regulasi pembayaran jasa lingkungan
2.	Banjir	<ul style="list-style-type: none"> • Prakiraan dan peringatan dini terhadap banjir • relokasi aset yang rentan • Meninggikan jalan • Meninggikan halaman rumah
3.	Badai	<ul style="list-style-type: none"> • Prakiraan dan peringatan dini terhadap badai • Monitoring perilaku gelombang dan pergeseran garis pantai

Tabel 16.5 Contoh adaptasi sektor pertanian

No.	Dampak	Adaptasi
1.	Kekeringan	<ul style="list-style-type: none"> • pengembangan varietas baru yang tahan terhadap kekeringan • irigasi • pertanian hidroponik • <i>water harvesting</i> (pemanen air ketika musim hujan) • Pengembangan ekonomi masyarakat
2.	Banjir	<ul style="list-style-type: none"> • memperbaiki drainase • membuat sumur resapan • membuat biopori • pengembangan tanaman tahan air
3.	Badai	<ul style="list-style-type: none"> • pengembangan tanaman tahan angin

Tabel 16.6 Contoh adaptasi sektor kesehatan

No.	Dampak	Adaptasi
1.	Kekeringan	<ul style="list-style-type: none">• penyediaan gudang penyimpanan beras• penyediaan fasilitas air bersih dan sanitasi
2.	Banjir	<ul style="list-style-type: none">• sistem peringatan dini• manajemen kesiapan bencana• bantuan terhadap korban bencana yang efektif• penyediaan obat-obatan
3.	Penyakit akibat nyamuk	<ul style="list-style-type: none">• penggunaan kelambu

Adaptasi perubahan iklim dapat dilakukan oleh semua pihak, termasuk kita sebagai individu. Langkah yang harus kita lakukan adalah berusaha berubah menjadi orang yang ramah lingkungan. Artinya dalam setiap tindakan, kita akan berhitung apakah yang kita lakukan itu membantu melestarikan lingkungan ataukah malahan merusak lingkungan. Berikut ini berbagai tindakan yang dapat kita lakukan sebagai individu untuk berkontribusi dalam menahan atau mengurangi laju perubahan iklim:

- a) Berjalan kaki atau menggunakan sepeda untuk pergi ke tempat yang masih bisa dijangkau dengan berjalan kaki, atau menggunakan angkutan umum jika harus pergi ke tempat yang cukup jauh.
- b) Tidak menggunakan AC di rumah, tapi cukup menggunakan kipas tangan jika kepanasan.
- c) Menghemat air, listrik, kertas, dan berbagai sumber daya lainnya.
- d) Memelihara tanaman di rumah atau sekolah.
- e) Tas belanja: setiap tahun sekitar 1.000.000 makhluk laut mati akibat memakan kantong dan sampah plastik yang di buang ke laut. Membawa tas sendiri saat berbelanja, dan tidak menerima kantong plastik dapat mencegah emisi karbondioksida sebanyak 25 kg.
- f) Air: lebih baik menggunakan shower dengan aliran rendah, di bandingkan dengan berendam air panas.
- g) Sampah basah: hampir 1/3 dari limbah rumah tangga adalah sampah dapur dan halaman. Kurangi jumlah ini dengan memanfaatkan sampah organik untuk dijadikan kompos.

- h) Produk lokal: membeli produk impor berarti menyumbang karbondioksida, yang di keluarkan oleh pesawat atau kapal yang mengantar barang tersebut.
- i) Daur ulang kaleng: sehabis menggunakan kaleng-kaleng makanan atau minuman, jangan langsung dibuang di tempat sampah. Mendaur ulang kaleng bekas dapat mengurangi emisi gas rumah kaca hingga hampir 95% dibandingkan jika aluminium di buat dari bahan mentah.
- j) Daur ulang botol: satu botol minuman kaca, dapat menghemat energi dan mencegah lepasnya 0,5 kg karbondioksida ke udara.
- k) Kertas daur ulang: setiap ton kertas yang di daur ulang dapat menyelamatkan 15 pohon ukuran sedang, berikut habitat di sekitarnya. Mendaur ulang setengah dari sampah kertas yang kamu buang setiap hari dapat mencegah 1200 kg karbondioksida per tahun.
- l) AC mobil: mematikan AC dan membuka kaca jendela, belum tentu lebih hemat. Jika mobil dengan kaca terbuka berlari kencang, udara masuk akan menghambat laju kendaraan, akibatnya akan memboroskan bahan bakar. Lebih baik turunkan suhunya hingga 2 derajat celcius.
- m) Air panas: setiap cangkir air yang dipanaskan, sama dengan 25 cangkir karbondioksida yang di lepas ke udara. Dengan merebus air secukupnya, dalam setahun kamu akan mengurangi karbondioksida sebanyak 420 kg.
- n) Ban mobil: jika tekanan udara dalam ban mobil kurang dari normal, maka penggunaan bahan bakar akan meningkat sebanyak 5%.
- o) Lemari pendingin: jika lemari pendingin di rumah sudah berusia 10 tahun, maka waktunya untuk mengganti yang baru. Dengan mengganti lemari es, Anda menghemat energi untuk menyalakan lampu di rumah selama kurang lebih 3 bulan, dan mencegah karbondioksida hingga 140 kg serta mengurangi tagihan listrik.
- p) Lampu: untuk menghemat energi, nyalakan lampu seperlunya saja. Artinya matikan lampu yang tidak digunakan. Anda telah mengurangi emisi karbon dioksida 370 kg per tahun.
- q) Kabel: mencabut kabel alat-alat elektronik yang tidak diperlukan, emisi berkurang sebanyak 30 kg per tahun.

- r) Cuci baju: mesin cuci yang terisi maksimal atau penuh sesuai batasnya, menggunakan lebih sedikit air di bandingkan dua kali mencuci setengah penuh. Mesin cuci yang bekerja secara efisien dapat menghemat 1.500 liter air per tahun.
- s) Mengeringkan baju: jika setelah dicuci, pakaian di jemur di bawah sinar matahari, akan menghemat karbondioksida sebanyak 1,5 kg dibanding jika menggunakan mesin pengering.
- t) Tanam pohon: setiap tahun pohon-pohon di hutan dapat menyerap sebanyak 7 milyar ton karbondioksida. Jadi tanamlah pohon Anda.