

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016

MATA PELAJARAN IPA

BAB XVI

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

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

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016**

BAB XVI

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL



Sumber: belajar.kemdikbud.go.id

Kompetensi Inti (KI)

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

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan dampak pencemaran bagi manusia.
2. Mengidentifikasi penyebab terjadinya pemanasan global.

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



Gambar 16.1 Pencemaran air oleh sampah

Sumber: <http://www.artikelbiologi.com/>

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).

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:

a. 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.

b. 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.

c. 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.

Insektisida yang sangat beracun terhadap hewan percobaan juga sangat beracun terhadap manusia. Bagian tubuh yang dipengaruhi oleh insektisida ini adalah sistem saraf otonom sehingga menyebabkan tremor (gemetar), konvulsi, kematian pada serangga, burung, dan mammalia.

d. 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.

e. 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.



Gambar 16.2 Minyak bumi

Sumber: <https://srimablog.wordpress.com/>

2. Pencemaran Udara



Gambar 16.3 Pencemaran udara

Sumber: <http://dishubkomintel.acehprov.go.id/>

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.

a. Jenis-jenis Polutan di Udara

Polutan yang terdapat di muka Bumi sangat banyak, berikut ini jenis-jenis polutan di udara sebagai berikut:

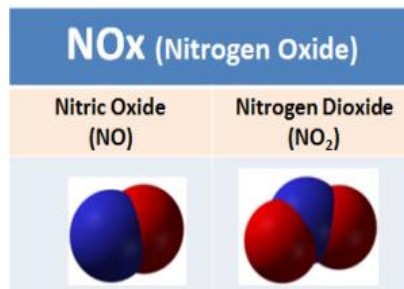
1) Polutan Karbon, Karbonmonoksida, dan Karbondioksida

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.

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.

Asap kendaraan bermotor merupakan sumber utama karbon monoksida di berbagai kota, terutama kota besar yang banyak kendaraan bermotornya. 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).

2) Polutan Oksida Nitrogen (NO_x)



Gambar 16.4 Oksida Nitrogen
<https://envair.wordpress.com/>

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 NO_2 juga dikeluarkan dari industri kimia, industri pembangkit tenaga listrik, dan asap rokok.

Pencemaran oleh gas NO dan NO_2 dapat juga menyebabkan mata terasa pedih dan berair. Gas NO_2 dapat menghalangi jarak penglihatan karena menghasilkan kabut fotokimia yang berwarna kejinggaan.

3) Polutan Oksida Belerang (SO_x)

Belerang bebas atau unsur belerang murni tidak menimbulkan masalah polusi udara. Akan tetapi oksida-oksida belerang (SO_x) 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.

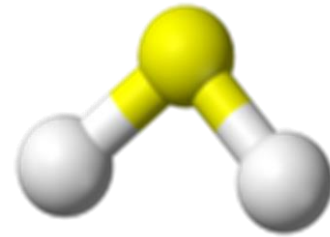
Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi dengan benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses perkaratan dan proses kimia lainnya. Belerang dioksida di udara dapat mematikan tumbuh-tumbuhan dan dapat merusak konstruksi beton atau besi. Jika gas ini masuk ke dalam saluran pernapasan 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.

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.

4) Polutan Hidrogen Sulfida (H_2S)

Gas ini berbau seperti telur busuk dan tidak berwarna, serta mudah berubah menjadi SO_2 dalam udara. Gas ini dihasilkan oleh pembusukan protein hewan oleh bakteri secara anaerob, asap gunung berapi, dan dari industri. Gas H_2S 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.



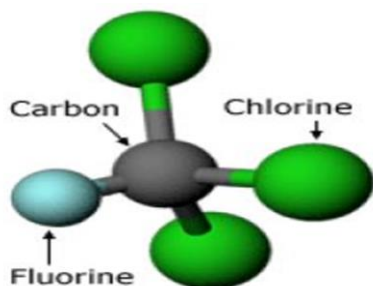
Gambar 16.5 Hidrogen Sulfida
Sumber: <https://id.wikipedia.org/>

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.

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)



Gambar 16.6 Chloro Fluoro Carbon
Sumber: <http://undsci.berkeley.edu/>

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.

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.

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.

3. Pencemaran Tanah



Gambar 16.7 Pencemaran tanah

Sumber: <http://artikel-ipa.blogspot.sg/>

Tanah merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup dan diharapkan tanah tersebut dapat memberikan kelangsungan hidup yang baik bagi makhluk hidup yang menempatinnya. 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.

- a. 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).
- b. 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.
- c. 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.
- d. 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.
- e. Sampah berupa zat radioaktif yang mempunyai waktu paruh yang lama, yang dibuang ke tanah dapat mempengaruhi faktor genetis organisme yang terkena zat tersebut.

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

- a. Memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk tidak membuang sampah dan limbah rumah tangga ke sungai dan ke tanah yang digunakan untuk pertanian.
- b. 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.
- c. 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.
 - d. Penggunaan deterjen dan sabun untuk mencuci pakaian dan perabotan jangan berlebihan. Air cucian pakaian yang sudah diencerkan dapat digunakan untuk menyiram tanaman.
 - e. 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



Gambar 16.8 Proses terjadinya pemanasan global

Sumber: <https://sahabatairmanesa.wordpress.com/>

Saat ini pemanasan global merupakan fenomena nyata yang telah menjadi keprihatinan global. Setiap negara mempunyai kepedulian sama terhadap masalah pemanasan global. Dampak pemanasan global 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. 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. 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 stratospher.

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.

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.

3. Dampak Pemanasan Global terhadap Ekosistem



Gambar 16.9 Dampak pemanasan global pada tanah

Sumber: <http://www.bbc.com/>

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.

4. Mitigasi Perubahan Iklim

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. Tabelmenunjukkan beberapa pilihan teknologi dan praktek mitigasi yang tersedia secara komersial.

Tabel16.2 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 tata ruang
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

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.

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 atau malah merusak lingkungan.

C. Teknologi Ramah Lingkungan

Penggunaan teknologi oleh manusia telah menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan berupa terkurasnya sumberdaya alam, polusi air dan udara, musnahnya biodiversitas, dan timbulnya berbagai penyakit yang mengancam kelangsungan manusia itu sendiri. Oleh karena itu sekarang konsumen sudah semakin sadar atas pentingnya penggunaan teknologi dan produk yang ramah lingkungan. Mereka berusaha memastikan bahwa produk mereka gunakan ramah lingkungan dan tentu selalu mencari produk-produk tersebut di pasar. Dalam dunia perdagangan teknologi dan produk ramah lingkungan sudah menjadi syarat yang sudah ditetapkan untuk dapat saling memperdagangkan teknologi atau produk tersebut sehingga produk tersebut dapat diterima pasar.

Teknologi ramah lingkungan (*Sustainable technology/green technology*) merupakan bentuk penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Teknologi tersebut bertujuan untuk memberi kemudahan dan pemenuhan kebutuhan manusia.

Teknologi ramah lingkungan bertujuan untuk menghasilkan berbagai produk dan jasa untuk kepentingan manusia dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menghasilkan limbah yang membahayakan lingkungan.

Selain itu, teknologi ramah lingkungan juga dapat menggunakan bahan yang dapat didaur ulang. Teknologi ramah lingkungan telah diterapkan dalam berbagai bidang antara lain di bidang energi, bidang lingkungan, bidang transportasi, bidang industri, dan lainnya.

1. Bidang Energi

a. Biofuel

Biofuel, merupakan teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Biofuel dapat dihasilkan secara langsung dari tanaman atau secara tidak langsung dari limbah industri, komersial, domestik atau pertanian. Keduanya memang berasal dari bahan-bahan organik tetapi biofuel dapat diolah langsung

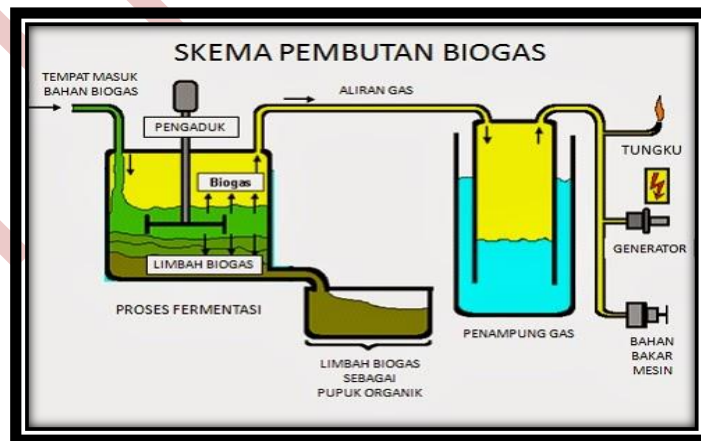
dari bahan organik seperti tumbuh-tumbuhan sedangkan bahan bakar fosil berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati selama jutaan tahun yang lalu. Ada 3 cara pembuatan biofuel, yaitu:

- 1) Pembakaran limbah organik kering (seperti buangan rumah tangga, limbah industri dan pertanian).
- 2) Fermentasi limbah basah (seperti kotoran hewan) tanpa oksigen untuk menghasilkan biogas (mengandung hingga 60 persen metana), atau fermentasi tebu atau jagung untuk menghasilkan alkohol dan ester.
- 3) Energi dari hutan (menghasilkan kayu dari tanaman yang cepat tumbuh sebagai bahan bakar).

Ada dua jenis Biofuel yaitu dalam bentuk etanol dan biodiesel. Etanol merupakan salah satu jenis alkohol yang dapat dibuat dengan fermentasi karbohidrat atau reaksi kimia gas alam. Sedangkan biodiesel merupakan bahan bakar alami yang biasanya diperoleh dari lemak nabati.

b. Biogas

Biogas merupakan jenis bahan bakar alternatif yang saat ini sudah banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga di Indonesia. Biogas diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup di lingkungan tanpa oksigen).



Gambar 16.10 Skema pembuatan biogas

Sumber: www.biologi.lipi.go.id

Manfaat biogas diantaranya, sebagai berikut:

- 1) Dapat mengurangi penggunaan dari gas LPG, hal ini dapat saja dilakukan karena gas metana yang terkandung di dalam biogas dapat digunakan sebagai pembakaran seperti halnya yang terdapat di dalam gas LPG.
- 2) Lingkungan menjadi lebih bersih dan indah, hal ini terjadi karena memanfaatkan limbah dan kotoran untuk dijadikan bahan pembuat biogas.
- 3) Dapat menghemat biaya operasional rumah tangga, dengan mengganti bahan bakar minyak dan gas yang relatif lebih mahal dengan penggunaan biogas.
- 4) Limbah digester dari biogas dapat kita manfaatkan sebagai pupuk organik, baik yang berupa cair maupun padat bagi pertanian.
- 5) Biogas dapat berkontribusi untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, pengurangan emisi ini terjadi karena kurangnya pemakaian bahan bakar minyak dan kayu.
- 6) Biogas dapat menjadi bahan bakar alternatif yang dapat menghasilkan listrik untuk menggantikan penggunaan solar. Bahan bakar biogas ini dapat menghasilkan sekitar 6000 watt per jamnya dengan menggunakan sekitar 1 meter kubik biogas.

c. Sel Surya (Solar Cell)

Pada umumnya sel surya ini memiliki ukuran yang tipis (hampir sama dengan selembar kertas) dan terbuat dari silikon (Si) yang dimurnikan atau polikristalin silikon dengan beberapa logam yang mampu menghasilkan listrik. Kita dapat memasang panel surya pada atap rumah atau menyusunnya dalam lembaran-lembaran, dinding bangunan, atau pada permukaan benda lain.



Gambar16.11 Panel surya
Sumber: solarsuryaindonesia.com

d. Pembangkit Listrik Tenaga Air (Hydropower)

Tenaga air atau *hydropower* menggunakan energi gerak (energi kinetik) dari aliran air untuk menghasilkan listrik. Siklus air dari *hydropower* diawali adanya evaporasi atau penguapan air yang kemudian membentuk awan dan hujan. Air hujan yang terdapat pada dataran tinggi, selanjutnya mengalir ke daerah yang lebih rendah melalui sungai.



Gambar 16.12 Pembangkit listrik tenaga air

Sumber: ovalezoval.blogspot.com

e. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Wind Power)

Perbedaan derajat dari sinar matahari yang menyinari bumi pada daerah ekuator dan daerah kutub menyebabkan perbedaan panas di antara daerah tersebut; bersama dengan rotasi bumi, menciptakan aliran udara yang disebut angin. Kita dapat menangkap bentuk tidak langsung dari energi matahari ini dengan turbin angin yang dapat mengubahnya menjadi energi listrik. Akhir-akhir ini, pembangkit listrik tenaga angin menjadi sumber energi dunia terbesar kedua setelah panel surya.



Gambar 16.13 Pembangkit listrik tenaga angin

Sumber: energitoday.com

Ada dua jenis pembangkit listrik tenaga angin yang saat ini dikembangkan, yaitu: pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun di daratan dan yang dibangun di pantai. Namun demikian, ada beberapa hal yang perlu dipikirkan ketika membangun pembangkit listrik tenaga angin di suatu daerah di antaranya adalah keberadaan angin yang harus cukup besar dan stabil.

f. Geothermal

Energi geothermal merupakan sumber energi terbarukan berupa energi thermal (panas) yang dihasilkan dan disimpan di dalam inti bumi. Istilah geothermal berakar dari bahasa Yunani dimana kata, "geo", berarti bumi dan, "thermos", berarti panas, menjadi geothermal yang juga sering disebut panas bumi. Energi panas di inti bumi sebagian besar berasal dari peluruhan radioaktif dari berbagai mineral di dalam inti bumi.

Kita dapat menggunakan energi yang tersimpan ini untuk memanaskan dan mendinginkan bangunan serta menghasilkan listrik. Salah satu cara untuk mengambil energi geotermal ini dengan menggunakan sistem pompa panas geothermal. Sistem ini dapat memanaskan dan mendinginkan sebuah rumah dengan memanfaatkan perbedaan temperatur.



Gambar 16.14 Aplikasi geotermal

Sumber: ieeesb.ft.ugm.ac.id

2. Bidang Transportasi

a. Kendaraan Hidrogen (Hydrogen Vehicle)

Kendaraan hidrogen merupakan kendaraan yang menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar penggerak mesin. Di dalam kendaraan ini terpasang alat yang mampu mengubah

energi kimia dari hydrogen menjadi energi mekanik, dengan cara membakar hidrogen dalam mesin pembakaran internal atau dengan mereaksikan hydrogen dengan oksigen dalam *full cell* untuk menggerakkan motor listrik. Banyak perusahaan luar yang telah mengembangkan kendaraan ini dan diharapkan dapat berkembang pesat di tahun-tahun mendatang.



Gambar 16.15 Sepeda, salah satu kendaran hidrogen
Sumber: en.wikipedia.org

b. Mobil Surya (Solar Car)

Mobil surya merupakan mobil yang energi utamanya berasal dari sinar matahari. Salah satu contoh mobil surya adalah bus surya. Bus ini menggunakan sinar matahari untuk memberikan energi pada alat-alat listrik dalam bus dan energi yang digunakan sebagai penggerak pada mesin bus. Bus surya yang saat ini ada merupakan kendaraan yang menggunakan baterai sebagai tempat penyimpanan listrik yang diperoleh dari cahaya matahari atau sumber yang lain.



Gambar 16.16 Mobil surya
Sumber: www.antarajatim.com

c. Mobil Listrik (Electric Car)

Mobil listrik merupakan mobil yang didorong oleh satu atau lebih motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau alat penyimpanan energi yang

lain. Motor elektrik ini mampu memberikan tenaga putaran dengan cepat dan memberikan percepatan yang kuat namun halus. Mobil listrik ini pertama kali dibuat pada tahun 1884 oleh seorang berkebangsaan Inggris, Thomas Parker. Mobil listrik ini baru berkembang pesat pada tahun 2008, semenjak ditemukannya teknologi pengaturan tenaga baterai dan mahalnnya bahan bakar fosil.



Gambar 16.17 Mobil listrik karya UNY
Sumber: mobillistrik-nasional.blogspot.com

3. Bidang Lingkungan

a. Biopori

Biopori dikenal dengan istilah Teknologi Lubang Resapan (TLR), merupakan teknik untuk membuat wilayah resapan air hujan. Teknik biopori memiliki prinsip yang sama dengan sumur resapan, namun teknik ini diterapkan dengan menyediakan area yang dibuat berlubanglubang kecil (berpori) yang nantinya akan menyerap air hujan dan kemudian disalurkan ke dalam tempat penampungan air. Biopori sangat bermanfaat bagi pelestarian keseimbangan lingkungan.



Gambar 16.18 Aplikasi teknologi biopori
Sumber: balingtan.litbang.pertanian.go.id

b. Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan salah satu bentuk bioremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Melalui fitoremediasi ini polutan (zat penyebab polusi) seperti logam berat, pestisida, minyak, dan zat lain yang mengotori tanah, air, atau udara dapat dikurangi bahkan dihilangkan.



Gambar 16.19 Tanaman eceng gondok, salah satu contoh tanaman untuk fitoremediasi
Sumber: www.kaskus.co.id

c. Toilet Pengompos (Composting Toilet)

Toilet pengompos (Composting toilet) merupakan toilet kering yang menggunakan proses secara aerob untuk menghancurkan atau mendekomposisi feses yang dihasilkan manusia. Toilet pengompos dapat digunakan sebagai pengganti toilet air pada umumnya. Toilet ini biasanya ditambah dengan campuran serbuk gergaji, sabut kelapa, atau lumut tertentu untuk membantu proses aerob, menyerap air, dan mengurangi bau.



Gambar 16.20 Toilet pengompos
Sumber: indonesian.alibaba.com

4. Bidang Industri

Biopulping adalah teknologi ramah lingkungan yang terinspirasi dari proses pelapukan kayu dan sampah tanaman oleh mikroorganisme. Proses pelapukan dilakukan secara alami

oleh beberapa jenis mikroba dan jamur, sehingga sampah dari pohon-pohon yang telah mati akan kembali diserap oleh alam secara alami. Dalam biopulping, bahan-bahan kimia tadi digantikan oleh sejenis mikroba yang bisa mengeluarkan enzim dan mendegradasi lignin. Mikroba ini adalah golongan jamur atau fungi pelapuk kayu yang banyak dijumpai di alam bebas.

Saat ini kendala besar yang dihadapi oleh para pemilik industri berbahan baku seperti pabrik kertas adalah proses pengolahan limbah yang mengandung zat kayu (lignin) yang membutuhkan proses lama dan berbahaya terhadap kelestarian lingkungan sekitar.



Gambar 16.21 Teknologi biopulping menguraikan limbah secara alami dengan mikroorganisme
Sumber: kaskushootthreads.blogspot.co.id

Contoh Soal 1

Radiasi panas matahari yang terkurung dalam atmosfer bumi, serta meningkatnya panas oleh pengikatan CO_2 dikenal sebagai

Contoh Soal 2

Perhatikan gambar dibawah ini!



Teknologi ini merupakan salah satu teknologi ramah lingkungan. Teknologi ini mengembangkan proses pengolahan limbah dengan menggunakan mikroorganisme yang mampu menguraikan lignin secara alami yang banyak ditemui secara bebas di alam. Contoh mikroorganisme yang digunakan yaitu dari jenis kapang (jamur) *Phlebia subserialis*. Berdasarkan gambar dan uraian diatas teknologi tersebut adalah

REFERENSI

- Campbell, Neil A. dan Jane B. Reece. 2010. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Rinta, 2012. *Energi Alternatif*. <http://www.premysisconsulting.com/2012/11/14/energi-alternatif-biofuel>. Makassar: Diakses pada 08 Juni 2016.
- Siti. dkk. 2015. *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX Semester 2*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Kebudayaan, Balitbang, Kemdikbud.
- Saraswati, Shrie L. 2016. *Modul Guru Pembelajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kemdikbud.