

**Dr. Delima Engga Maretha, M.Kes, AIFO
Warobi
Asnilawati, M.Kes**

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Untuk SMA/MA Kelas X

Penerbit dan Percetakan

NoerFikri

Jl. Mayor Mahidin No. 142
Tlp./Fax. (0711) 366 625
E-mail : noerfikri@gmail.com
Palembang - Indonesia

ISBN 978-602-447-572-7



9 786024 475727



PENCEMARAN LINGKUNGAN

Untuk SMA/MA Kelas X

Dr. Delima Engga Maretha, M.Kes, AIFO
Warobi
Asnilawati, M.Kes



**Dilarang memperbanyak, mencetak, menerbitkan
sebagian maupun seluruh buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit**

**Ketentuan Pidana
Kutipan Pasal 72 Undang-undang Republik Indonesia
Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta**

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000,00 (lima juta rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

**PENCEMARAN LINGKUNGAN
Untuk SMA/MA Kelas X**

Penulis : Dr. Delima Engga Maretha, M.Kes, AIFO
Warobi
Asnilawati, M.Kes
Layout : Tri Septiana Kebela
Desain Cover : Ismoko

Hak Penerbit pada NoerFikri Palembang
Anggota IKAPI (No. 012/SMS/13)

Dicetak oleh NoerFikri Offset

Jl. Mayor Mahidin No. 142
Palembang – Indonesia ☒ 30126
Telephone : 0711 366625
Fax : 0711 366625
Email : noerfikri@gmail.com
Cetakan I : Agustus 2020
21 x 29,7
Viii, 33 hlm

Hak Cipta dilindungi Undang-undang pada Penulis
All right reserved
ISBN : 978-602-447-572-7

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh.

*Alhamdulillah*rabbi'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan karunianya, modul sub materi pencemaran lingkungan dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tak henti-hentinya tercurahkan kepada nabi besar, nabi tercinta, nabi agung kita nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para pengikutnya yang selalu dapat istiqomah di jalan-NYA.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ibu Dr. Delima Engga Maretha, M.Kes, AIFO dan Ibu Asnilawati, M.Kes selaku dosen pembimbing. Serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan modul ini.

Modul pembelajaran ini disusun sebagai alternatif sumber belajar dan bahan ajar bagi peserta didik. Materi dalam modul pembelajaran ini disajikan secara runtut dan terdapat rangkuman materi pada bagian akhir pembelajaran untuk mempermudah peserta didik. Modul ini diharapkan dapat membuat peserta didik lebih memahami lagi sub materi pencemaran lingkungan.

Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Khususnya peserta didik kelas X IPA SMA Nurul Amal Palembang.
Wassalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Palembang, Mei 2020

Penyusun

Delima Engga

Warobi

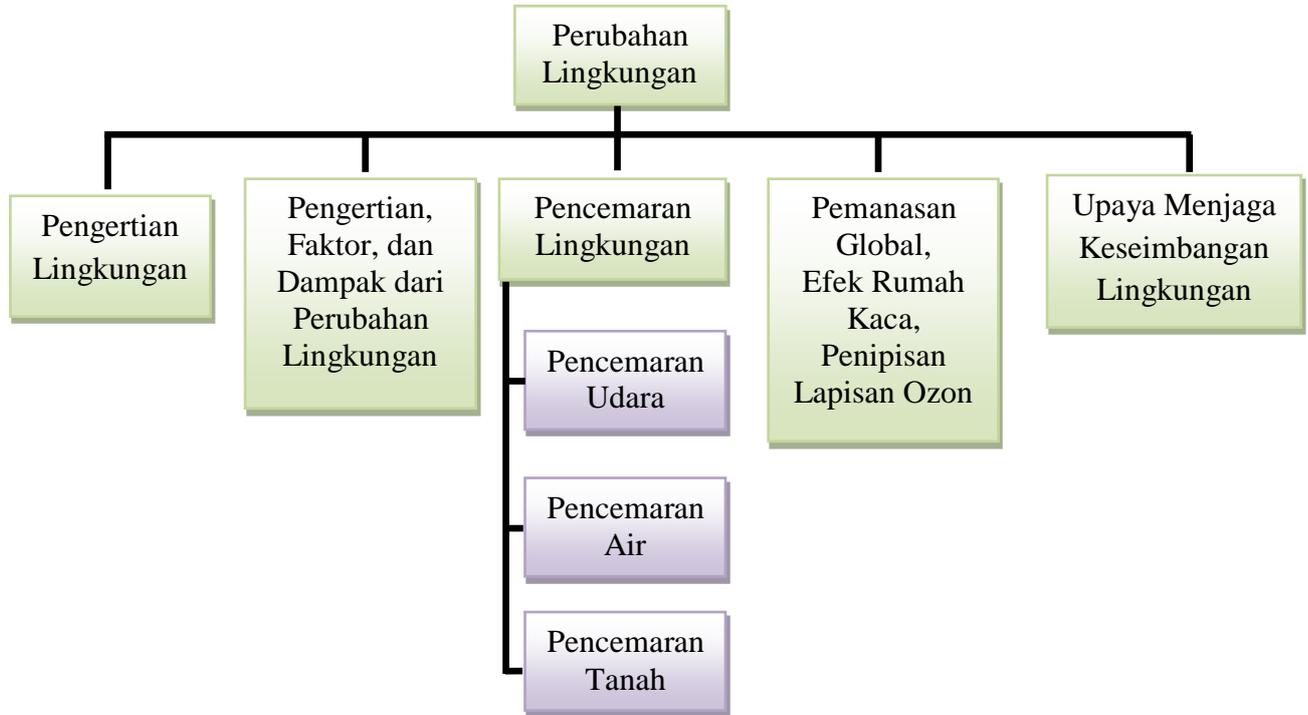
Asnilawati

DAFTAR ISI



HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAGAN	v
PENDAHULUAN	vi
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	vii
PEMBELAJARAN 1	1
Indikator Pencapaian Kompetensi	1
Tujuan Pembelajaran	1
A. Pengertian Lingkungan	2
B. Pengertian Perubahan Lingkungan.....	4
C. Faktor-Faktor Terjadinya Perubahan Lingkungan	5
D.Dampak Perubahan Lingkungan	5
Rangkuman	7
Uji Kompetensi 1	8
PEMBELAJARAN 2	10
Indikator Pencapaian Kompetensi	10
Tujuan Pembelajaran	10
A. Pengertian Pencemaran Lingkungan	11
B. Jenis-Jenis Pencemaran Lingkungan	11
1. Pencemaran Udara.....	11
2. Pencemaran Air	13
3. Pencemaran Tanah	15
C. Pemanasan Global	16
D. Efek Rumah Kaca	19
E. Penipisan Lapisan Ozon	21
F. Upaya Menjaga Keseimbangan Lingkungan	22
Rangkuman	36
Uji Kompetensi 2	27
GLOSARIUM	30
KUNCI JAWABAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32

BAGAN



PENDAHULUAN

Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar



A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.11. Menganalisis data perubahan lingkungan dan penyebab serta dampak dan perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan.
- 4.11. Mengajukan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan sesuai konteks permasalahan lingkungan di daerahnya.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL



Modul ini dirancang sebagai sumber belajar mandiri untuk peserta didik SMA Nurul Amal Palembang kelas X sub materi pencemaran lingkungan. Agar Anda mudah menggunakan modul ini dan mudah memahami isi materi, mari pelajari petunjuk penggunaan modul terlebih dahulu.

1. Perhatikan daftar isi terlebih dahulu untuk mengetahui gambaran isi modul secara umum.
2. Materi yang akan dibahas dalam modul ini adalah mengenai pencemaran lingkungan.
3. Bacalah materi pokok terlebih dahulu yang tersedia dalam modul untuk menambah pengetahuan mengenai sub materi pencemaran lingkungan, bila masih ada yang kurang paham dapat didiskusikan dengan teman ataupun bertanya pada guru.
4. Peserta didik mengerjakan setiap soal uji kompetensi dari setiap pertemuan untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang diperoleh, dan tidak diperbolehkan untuk melihat kunci jawaban maupun referensi.
5. Kunci jawaban dapat dilihat di akhir modul untuk mencocokkan jawaban peserta didik.

Selamat belajar, Semoga sukses...



PEMBELAJARAN 1



Indikator Pencapaian Kompetensi

Pengetahuan :

1. Mengetahui pengertian dari lingkungan
2. Mengetahui pengertian dari perubahan lingkungan.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya perubahan lingkungan.
4. Mengidentifikasi dampak perubahan lingkungan bagi kehidupan.

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat mengetahui pengertian dari lingkungan melalui diskusi kelompok.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi pengertian dari perubahan lingkungan melalui diskusi kelompok.
3. Peserta didik mengidentifikasi faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya perubahan lingkungan melalui diskusi kelompok.
4. Peserta didik dapat mengidentifikasi dampak perubahan lingkungan bagi kehidupan melalui diskusi kelompok.





Pada saat ini, pencemaran berlangsung dimana-mana dengan laju begitu cepat, yang tidak pernah terjadi sebelumnya. Kecenderungan pencemaran, terutama sejak Perang Dunia kedua mengarah kepada dua hal yaitu, pembuangan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi. Selain itu juga akibat penggunaan berbagai produk bioksida dan bahan-bahan berbahaya aktivitas manusia (Irianto, 2015).

Beban pencemaran dalam lingkungan air sudah semakin berat dengan masuknya limbah industri dari berbagai bahan kimia yang kadang kala sangat berbahaya dan beracun meskipun dalam konsentrasi yang masih rendah seperti bahan pencemar logam-logam berat: Hg, Pb, Cd, As, dan sebagainya. Pencemaran lingkungan sudah terjadi pula di lingkungan udara dan tanah dengan segala dampak yang ditimbulkannya. Penyebab pencemaran ini selain disebabkan oleh aktivitas manusia (antropogenik) juga dapat ditimbulkan oleh kegiatan alami, seperti kebakaran hutan karena kemarau panjang, letusan gunung berapi dan sebagainya (Irianto, 2015).

Ada sekitar 99% dari udara yang kita isap ialah gas nitrogen dan oksigen. Gas lain dalam jumlah yang sangat sedikit. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara gas yang sangat sedikit tersebut diidentifikasi sebagai gas pencemar. Di daerah perkotaan misalnya, gas pencemar berasal dari asap kendaraan, gas buangan pabrik, pembangkit tenaga listrik, asap rokok, larutan pembersih, dan sebagainya yang berhubungan dengan kegiatan manusia. Komponen-komponen pencemar tersebut dalam tingkat tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan paru manusia atau hewan, tanaman, bangunan dan bahan lainnya. Adanya kandungan bahan kimia dalam atmosfer bumi karena polusi udara akan dapat juga mengubah iklim lokal, regional, dan global, sehingga bisa meningkatkan jumlah radiasi sinar ultraviolet dari matahari ke permukaan bumi (Irianto, 2015).

A. Pengertian Lingkungan

Lingkungan adalah semua yang mempengaruhi pertumbuhan manusia dan hewan. Dalam Kamus Bahasa Indonesia lingkungan hidup adalah segala sesuatu yang berada di sekeliling makhluk hidup (organisme) yang mempunyai pengaruh timbal balik terhadap makhluk hidup tersebut. Lingkungan adalah seluruh faktor luar yang memengaruhi suatu organisme; faktor-faktor ini dapat berupa organisme hidup (faktor biotik) atau variabel-





variabel yang tidak hidup (faktor biotik). Dari hal inilah kemudian terdapat dua komponen utama lingkungan, yaitu biotik berupa Makhluk hidup dan abiotik berupa energi, bahan kimia, dan lain-lain (Soegianto, 2010).

Pada hakikatnya keseimbangan alam (*balance of nature*) menyatakan bahwa bukan berarti ekosistem tidak berubah. Ekosistem itu sangat dinamis dan tidak statis. Komunitas tumbuhan dan hewan yang terdapat dalam beberapa ekosistem secara gradual selalu berubah karena adanya perubahan komponen lingkungan fisiknya. Tumbuhan dan hewan dalam ekosistem juga berubah karena adanya kebakaran, banjir, erosi, gempa bumi, pencemaran, dan perubahan iklim. Walaupun ekosistem selalu berubah, ia mempunyai kemampuan untuk kembali pada keadaan semula selama perubahan itu tidak drastis (Soegianto, 2010).

Penggunaan istilah “lingkungan” sering kali digunakan secara bergantian dengan istilah “lingkungan hidup”. Kedua istilah tersebut meskipun secara harfiah dapat dibedakan, tetapi pada umumnya digunakan dengan makna yang sama, yaitu lingkungan dalam pengertian yang luas, yang meliputi lingkungan fisik, kimia, maupun biologi (lingkungan hidup manusia, lingkungan hidup hewan dan lingkungan hidup tumbuhan). Lingkungan hidup juga memiliki makna yang berbeda dengan ekologi, ekosistem, dan daya dukung lingkungan (Soegianto, 2010).

Manusia adalah bagian dari lingkungan yang memiliki kemampuan akal dan pikiran yang tinggi. Selain itu, manusia memiliki kebutuhan terhadap keanekaragaman jenis makanan paling besar dan mampu mengadakan perubahan lingkungan untuk memenuhi segala kebutuhannya. Di seluruh biosfer (permukaan bumi), aktivitas manusia mengubah struktur trofik, aliran energi, daur kimia dan proses ekologis. Dari waktu ke waktu, populasi manusia terus meningkat. Keadaan tersebut akan berpengaruh besar terhadap lingkungan. Lingkungan memiliki daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan merupakan kemampuan lingkungan untuk mendukung kelangsungan hidup suatu ukuran jumlah individu dari satu spesies (Campbell, 2008).

Manusia ingin terus meningkatkan kualitas hidupnya, mereka memenuhi kebutuhan hidupnya dengan mengembangkan industri. Manusia menggunakan bahan kimia untuk meningkatkan produksi pangan agar kebutuhan pangan dapat terpenuhi. Manusia memanfaatkan teknologi nuklir untuk memenuhi kebutuhan energi, artinya mereka memanfaatkan teknologi dan hasil teknologi untuk kepentingannya secara berlebihan. Akibatnya limbah yang dihasilkannya tidak mampu diuraikan kembali oleh alam sehingga terjadilah pencemaran (Darmono, 2001).





Gambar 1. Lingkungan
(Sumber: <https://rendratopan.com>)

B. Pengertian Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan dapat mengarah kepada perbaikan lingkungan atau kerusakan lingkungan. Perbaikan lingkungan mengarah pada keseimbangan lingkungan. Sekarang ini menjadi hal yang sangat sulit untuk mengembalikan lingkungan kepada keseimbangan lingkungan. Perubahan lingkungan dapat terjadi oleh aktivitas manusia dan kejadian alam. Perubahan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia dapat bersifat positif artinya bermanfaat bagi kesejahteraan manusia dan lingkungan, sedangkan bersifat negatif dapat merugikan bagi kehidupan manusia, seperti limbah dan pencemaran lingkungan. Aktivitas manusia yang dapat merubah lingkungan, contohnya penebangan hutan secara liar, pembangunan, dan penggunaan bahan-bahan kimia yang akhirnya dapat merugikan manusia itu sendiri. Sedangkan perubahan yang terjadi oleh alam seperti letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dan longsor (Soegianto, 2010).

Masalah pencemaran merupakan suatu masalah yang sangat populer, banyak dibahas oleh kalangan masyarakat di seluruh permukaan bumi kita ini. Masalah pencemaran merupakan suatu masalah yang sangat perlu mendapat penanganan secara serius oleh semua pihak untuk dapat menanggulangi akibat buruk yang terjadi karena pencemaran, bahkan sedapat mungkin untuk dapat mencegah jangan sampai terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi bila daur materi dalam lingkungan hidup mengalami perubahan, sehingga keseimbangan dalam hal struktur maupun fungsinya terganggu. Ketidakseimbangan struktur dan fungsi daur materi terjadi karena proses alam atau juga karena perbuatan manusia (Syamsuri, 2000).





C. Faktor-Faktor Terjadinya Perubahan Lingkungan

Kerusakan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam tidak dapat dicegah terjadinya, sedangkan faktor manusia dapat dikurangi dan dikendalikan. Beberapa faktor alam yang dapat merusak lingkungan adalah bencana alam, seperti banjir bandang, gunung meletus, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, kekeringan, kebakaran hutan, angin puting beliung, dan perubahan musim. Meskipun tidak dapat dipungkiri, sering kali bencana seperti banjir dan tanah longsor juga disebabkan oleh kecerobohan manusia (Campbell, 2000).

Kegiatan manusia meliputi kegiatan untuk memenuhi kebutuhan hidup yang semakin meningkat, misalnya, kebutuhan pangan, sandang, papan, lahan, dan sarana transportasi. Peningkatan jumlah penduduk yang diikuti dengan kemajuan iptek berakibat pada semakin banyaknya sumber daya alam yang tereksplorasi. Jika tidak dikendalikan, dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan (Campbell, 2000).

Perubahan lingkungan oleh 2 yaitu dapat terjadi oleh aktivitas manusia atau kejadian alam:

1. Perubahan lingkungan karena aktivitas manusia

Perubahan lingkungan dapat terjadi karena aktivitas manusia. Aktivitas manusia yang dapat merubah lingkungan, contohnya penebangan hutan, pembangunan, dan penggunaan bahan-bahan kimia yang akhirnya dapat merugikan manusia itu sendiri.

2. Perubahan lingkungan akibat faktor alam

Perubahan lingkungan karena faktor alami disebabkan oleh bencana alam. Bencana alam tersebut, seperti banjir, gempa bumi dan gunung meletus.

D. Dampak Perubahan Lingkungan Bagi Lingkungan

Berbagai perusakan lingkungan yang sering dilakukan manusia dan yaitu penebangan hutan secara liar, konversi lahan subur menjadi pemukiman. Keinginan manusia yang selalu ingin meningkatkan kesejahteraannya memaksa manusia untuk mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang. Pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan limbah buangan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan (Campbell, 2000).

Menurut UU RI No.23 tahun 1997, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau





komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Zat, energi, dan makhluk hidup yang dimasukkan ke dalam lingkungan hidup biasanya berupa sisa usaha atau kegiatan manusia yang disebut dengan limbah. Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut dengan polutan. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan.

Sebagian besar pencemaran lingkungan disebabkan oleh adanya limbah yang dibuang ke lingkungan hingga daya dukungnya terlampaui. Indikator yang digunakan untuk mengetahui apakah sudah terjadi kerusakan atau pencemaran lingkungan adalah baku mutu lingkungan hidup atau ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai sumber lingkungan hidup (UU RI No. 23 Tahun 1997).

Baku mutu yang dikenal di Indonesia adalah baku mutu air, baku mutu air limbah, baku mutu udara ambien, baku mutu udara emisi, dan baku mutu air laut. Untuk mencegah terjadinya pencemaran, komponen-komponen limbah yang dibuang ke lingkungan tidak diizinkan melebihi ketentuan dalam baku mutu lingkungan hidup. Banyak aspek kesehatan manusia yang dipengaruhi oleh lingkungan dan banyak pula penyakit yang dimulai dan dirangsang oleh faktor-faktor lingkungan (Campbell, 2000).

Contoh yang paling jelas adalah terjadinya keracunan Methyl mercury yang terjadi pada penduduk di sekitar Teluk Minamata (Jepang) akibat mengonsumsi ikan yang berasal dari pantai Minamata yang tercemar merkuri (air raksa). Akibatnya, 41 orang meninggal dan cacat tubuh pada bayi-bayi yang dilahirkan oleh ibu-ibu yang mengonsumsi ikan yang terkontaminasi merkuri tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa ada interaksi yang sangat kuat antara manusia dan lingkungannya. Beberapa gangguan kesehatan, seperti kerusakan organ tubuh, kerusakan tulang, kelumpuhan, bahkan kematian dapat disebabkan oleh pencemaran lingkungan. Secara nyata terlihat bahwa pemenuhan kebutuhan manusia telah menimbulkan pencemaran dan merugikan manusia itu sendiri. Meskipun dengan kemajuan teknologi ini kebutuhan manusia telah tercukupi, mereka selalu mengesampingkan akibat yang merugikan manusia itu (Campbell, 2000).





Gambar 2. Dampak Perubahan Lingkungan Akibat Polusi Asap Kendaraan
(Sumber: <https://otomotif.okezone.com/read/>)

Rangkuman



1. Lingkungan adalah seluruh faktor luar yang memengaruhi suatu organisme; faktor-faktor ini dapat berupa organisme hidup (faktor biotik) atau variabel-variabel yang tidak hidup (faktor abiotik).
2. Perubahan lingkungan dapat mengarah kepada perbaikan lingkungan atau kerusakan lingkungan. Perbaikan lingkungan mengarah pada keseimbangan lingkungan.
3. Kerusakan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam tidak dapat dicegah terjadinya, sedangkan faktor manusia dapat dikurangi dan dikendalikan.
4. Limbah merupakan sisa atau sampah suatu produksi. Limbah dapat menjadi bahan pencemaran atau polutan di suatu lingkungan.
5. Pencemaran lingkungan merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan.
6. Pencemaran lingkungan (*environmental pollution*) adalah masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya.
7. Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut dengan polutan. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan.





Uji Kompetensi 1

Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada jawaban a, b, c, d atau e!

1. Pada saat ini, pencemaran berlangsung dimana-mana dengan laju begitu cepat, yang tidak pernah terjadi sebelumnya. Kecenderungan pencemaran telah terjadi sejak Perang Dunia kedua yang mengarah kepada dua hal yaitu...
 - a. Pengambilan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi
 - b. Penggunaan senyawa kimia tertentu yang berlebihan
 - c. Pencampuran senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri
 - d. Pembuangan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri, transportasi dan produk bioksida
 - e. Pembuatan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi
2. Seluruh faktor luar yang memengaruhi suatu organisme; faktor-faktor ini dapat berupa organisme hidup (faktor biotik) atau variabel-variabel yang tidak hidup (faktor abiotik) adalah...
 - a. Sistem
 - b. Lingkungan
 - c. Senyawa kimia
 - d. Polutan
 - e. Makhluk hidup
3. Komponen penyebab pencemaran disebut....
 - a. Indikator
 - b. Mutan
 - c. Polutan
 - d. Polusi
 - e. Salinitas
4. Berikut yang tidak termasuk polutan zat kimia adalah...
 - a. Gas CFC





- b. CO₂
 - c. Radiasi
 - d. Pestisida
 - e. Asbes
5. Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak, artinya....
- a. Berkurangnya populasi manusia akibat terjadinya kematian
 - b. Terjadi perubahan yang melebihi daya dukung dan daya lentingnya
 - c. Meningkatnya kesadaran manusia terhadap pelestarian lingkungan
 - d. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi perubahan yang tidak melebihi daya dukung dan daya lentingnya
 - e. Bertambahnya populasi tumbuhan, hewan, dan manusia
6. Salah satu contoh perubahan lingkungan secara alami adalah....
- a. Pembangunan waduk
 - b. Penebangan hutan
 - c. Pembangunan rumah
 - d. Adanya pabrik-pabrik besar
 - e. Letusan gunung berapi
7. Alasan berikut ini yang bukan merupakan faktor munculnya permasalahan lingkungan adalah....
- a. Ledakan populasi manusia
 - b. Perkembangan IPTEK
 - c. Perkembangan ekonomi
 - d. Perkembangan pendidikan
 - e. Penerapan intensifikasi pertanian
8. Gas pencemar yang paling berbahaya karena dapat mengakibatkan kematian jika masuk ke dalam darah adalah....
- a. CO
 - b. CO₂
 - c. NO₂
 - d. H₂O
 - e. Cl
9. Berbagai perusakan lingkungan yang sering dilakukan oleh manusia adalah....
- a. Penebangan hutan dengan sistem tebang pilih
 - b. Pembuatan tanggul di lahan miring
 - c. Pembukaan lahan pertanian dengan pembakaran
 - d. Reboisasi





- e. Daur ulang limbah
10. Orang yang meludah secara sembarangan mengakibatkan polusi karena....
- a. Jumlahnya berlebihan
 - b. Waktunya tak tepat
 - c. Menjijikkan
 - d. Tempatnya tak semestinya
 - e. Dapat menularkan penyakit

PEMBELAJARAN 2



Indikator Pencapaian Kompetensi

Pengetahuan :

1. Mengetahui pengertian dari pencemaraan/kerusakan lingkungan.
2. Menjelaskan jenis-jenis pencemaran lingkungan udara, air, dan tanah.
3. Memahami pemanasan global.
4. Memahami efek rumah kaca.
5. Memahami penipisan lapisan ozon.
6. Menganalisis upaya-upaya yang perlu dilakukan untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat mengetahui pengertian dari pencemaraan/kerusakan lingkungan melalui diskusi kelompok.
2. Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis pencemaran lingkungan udara melalui diskusi kelompok.
3. Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis pencemaran lingkungan air melalui diskusi kelompok.
4. Peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis pencemaran lingkungan tanah melalui diskusi kelompok.
5. Peserta didik dapat memahami pemanasan global melalui diskusi kelompok.
6. Peserta didik dapat memahami efek rumah kaca melalui diskusi kelompok.
7. Peserta didik dapat memahami penipisan lapisan ozon melalui diskusi kelompok.





8. Peserta didik dapat menganalisis upaya-upaya yang perlu dilakukan untuk menjaga keseimbangan lingkungan melalui diskusi kelompok.

E. Pengertian Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain kedalam lingkungan. Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran adalah polutan. Contohnya, karbon dioksida dengan kadar 0,0033% di udara bermanfaat bagi tumbuhan. Akan tetapi jika lebih tinggi dari 0,0033% dapat merusak. Suatu zat dapat disebut polutan apabila Jumlahnya melebihi jumlah normal, berada pada waktu yang tidak tepat, dan berada pada tempat yang tidak tepat (Ladjar, 2006).

Pencemaran terjadi bila dalam lingkungan terdapat bahan yang menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan, baik yang bersifat fisik, kimawi maupun biologis sehingga mengganggu kesehatan eksistensi manusia, dan aktivitas manusia serta organisme lainnya. Bahan penyebab pecemaran tersebut disebut bahan pencemar atau polutan (Arianto, 2011).

Berdasarkan sifat zat, pencemaran terbagi tiga yaitu pencemaran biologi, fisik, dan kimia. Pencemaran biologis adalah pencemaran yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme, seperti *Salmonella typhosa*. Pencemaran fisik adalah pencemaran yang disebabkan oleh benda cair, benda padat, maupun gas, seperti kaleng, plastik, kaca. Pencemaran kimiawi adalah pencemaran yang disebabkan oleh zat kimia, seperti adanya senyawa logam, detergent, nitrat, asam sulfat, DDT (Syamsuri, 2000).

Berdasarkan tempat terjadinya, pencemaran terbagi tiga yaitu pencemaran air, udara, dan tanah. 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 (Ramlawati, 2017).

F. Jenis-Jenis Pencemaran Lingkungan

1. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Beberapa jenis polutan





udara terdiri dari sulfur dioksida, karbon monoksida, nitrogen oksida. Efek yang disebabkan oleh gas ini adalah iritasi pada hidung, iritasi pada mata, iritasi saluran pernapasan (Oktaria, 2016).

Sumber pencemaran udara berasal dari kegiatan manusia, penyebab pencemaran udara adalah dari polutan seperti Karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan dari pemakaian bahan bakar fosil (minyak bumi atau batubara), pembakaran gas alam dan hutan, respirasi, serta pembusukan, Sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen monoksida (NO_2) yang dihasilkan dari pemakaian bahan bakar fosil (minyak bumi atau batubara) misalnya gas buang kendaraan, karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan dari Pemakaian bahan bakar fosil (minyak bumi atau batubara) dan gas buangan kendaraan bermotor yang pembakarannya tidak sempurna dan *Chlorofluorocarbon* (CFC) yang dihasilkan dari pendingin ruangan, lemari es, dan perlengkapan yang menggunakan penyemprot aerosol (Campbell, 2008).

Dampak buruk polusi udara bagi kesehatan manusia tidak dapat dibantah lagi, baik polusi udara yang terjadi di alam bebas (*outdoor air pollution*) ataupun yang terjadi di dalam ruangan (*indoor air pollution*). Polusi yang terjadi di luar ruangan terjadi karena bahan pencemar yang berasal dari industri, transportasi. Sementara polusi yang terjadi di dalam ruangan dapat berasal dari asap rokok (Budiyono, 2001).

Ada sekitar 99% dari udara yang kita isap ialah gas nitrogen dan oksigen. Gas lain dalam jumlah yang sangat sedikit. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara gas yang sangat sedikit tersebut diidentifikasi sebagai gas pencemar. Di daerah perkotaan misalnya, gas pencemar berasal dari asap kendaraan, gas buangan pabrik, pembangkit tenaga listrik, asap rokok, larutan pembersih, dan sebagainya yang berhubungan dengan kegiatan manusia (Irianto, 2015).

Komponen-komponen pencemar tersebut dalam tingkat tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan paru manusia atau hewan, tanaman, bangunan dan bahan lainnya. Adanya kandungan bahan kimia dalam atmosfer bumi karena polusi udara akan dapat juga mengubah iklim lokal, regional, dan global, sehingga bisa meningkatkan jumlah radiasi sinar ultraviolet dari matahari ke permukaan bumi (Irianto, 2015).

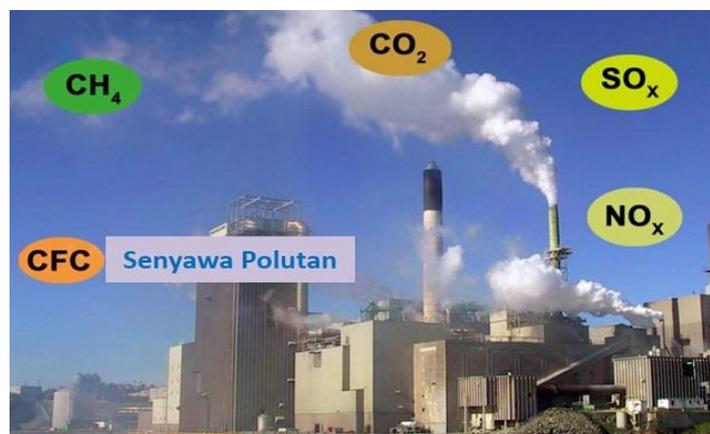
Pengharum ruangan merupakan bahan kimia rumah tangga yang termasuk sebagai salah satu pencemar udara dari dalam ruangan. Penggunaan pengharum ruangan kini semakin dipertanyakan keamanannya, terutama yang berhubungan dengan kandungan di dalamnya. Pada sebagian besar wilayah dunia, produsen produk-produk konsumsi tidak diwajibkan oleh hukum untuk mengungkapkan bahan-





bahan mereka. Pengharum ruangan masuk ke dalam tubuh melalui proses inhalasi pada sistem pernapasan. Bahan kandungan pengharum ruangan diperkirakan memberikan respon negatif baik psikologis maupun fisiologis, seperti gangguan pernapasan, respon alergi dan berbagai gejala tidak spesifik seperti sakit kepala, iritasi hidung, mata dan lain-lain (Yuningtyaswari, 2012).

Berbagai jenis pengharum ruangan banyak kita jumpai di sekitar kita. Penggunaan pengharum ruangan (*air freshener*) tidak saja digunakan di ruang kerja, alat transportasi seperti mobil, bus, dan kereta api, serta rumah-rumah tinggal juga memakainya. Di pasaran terdapat berbagai jenis bentuk pengharum ruangan diantaranya padat, biasanya pengharum ruangan yang digunakan untuk toilet dan lemari, ada yang cair, gel dan ada juga yang semprot. Sementara penggunaannya, ada yang digantungkan, ada yang diletakkan begitu saja, atau ditempatkan di bibir AC maupun kipas angin. Namun kita tidak menyadari adanya racun dalam udara yang kita hirup. Bahaya pengharum ruangan umumnya tergantung pada jenis atau bentuk maupun pewangi dan komponen-komponen kimia aktif yang terkandung di dalamnya, disamping faktor pengaruh lain, seperti jalur paparannya. Dari segi bentuk, sediaan yang mudah menguap (aerosol) lebih berisiko bagi tubuh, terutama jika terjadi kontak langsung melalui sistem pernapasan. Namun kontak yang terjadi melalui kulit pun bukan tak berisiko mengingat zat pewangi akan begitu mudah memasuki tubuh (Kariza, 2015).



Gambar 3. Contoh Senyawa Polutan yang Mencecemari Udara
(Sumber: <https://www.geologinesia.com>)

2. Pencemaran Air

Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat





fisik, kimia maupun biologis. Secara fisik air layak dikonsumsi jika tidak berbau, berasa, maupun tidak berwarna. Di samping itu air tidak boleh mengandung racun maupun zat-zat kimia berbahaya (syarat kimia), dan tidak mengandung bakteri, protozoa ataupun kuman-kuman penyakit. Oleh karena itu kebersihan dan terbebasnya air dari polutan menjadi hal yang sangat penting (Campbell, 2000).

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 (Ramlawati, 2017).

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Air digunakan sebagai pelarut, pembersih dan keperluan rumah tangga. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Oktaria, 2016).

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa jenis pencemar yaitu Pembuangan limbah industri, sisa insektisida, dan pembuangan sampah domestik, misalnya sisa pembuangan detergen mencemari air. Sampah organik yang dibusukan oleh bakteri menyebabkan O_2 di air berkurang sehingga mengganggu aktivitas kehidupan organisme air. Fosfat hasil pembusukan bersama HO_3 dan pupuk pertanian terakumulasi sehingga menyebabkan eutrofikasi, yaitu penimbunan mineral yang menyebabkan pertumbuhan cepat pada alga (*blooming alga*) (Ladjar, 2006).





Gambar 4. Pencemaran Air
(Sumber: <https://informazone.com>)

3. Pencemaran Tanah

Tanah menjadi faktor penting bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Dalam kelangsungan hidup tidak dapat terlepas dari masalah tanah. Tanah subur dapat rusak karena erosi. Tanah merupakan sumber daya alam yang mengandung benda organik dan anorganik yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Oktaria, 2016).

Pencemaran tanah disebabkan berbagai hal, seperti sampah-sampah plastik, kaleng-kaleng. Plastik tidak dapat hancur oleh proses pelapukan dan besi tua menimbulkan karat, sehingga tanah tidak bisa ditumbuhi tanaman. Penggunaan pestisida menyebabkan juga polusi tanah. Pencemaran tanah dapat terjadi karena pencemaran langsung. Misalnya karena menggunakan pupuk secara berlebihan, pemberian pestisida atau insektisida dan pembuangan limbah yang tidak diuraikan contohnya plastik. Kemudian deterjen yang tersisa, tidak dapat teruraikan juga akan mencemari tanah. Sehingga zat-zat yang ada dalam deterjen itu masuk ke dalam tanah dan meracuni tanah (Oktaria, 2016).

Tanah merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup dan diharapkan tanah tersebut dapat memberikan kelangsungan hidup yang baik bagi makhluk hidup yang menempatnya. 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 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) (Ramlawati, 2017).





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. 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 (Ramlawati, 2017).



Gambar 5. Pencemaran Tanah
(Sumber: <https://seputarilmu.com>)

G. Pemanasan Global

Pemanasan global yaitu meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut dan daratan Bumi yang disebabkan oleh aktifitas manusia terutama aktifitas pembakaran bahan bakar fosil (batu bara, minyak bumi, dan gas alam), yang melepaskan karbondioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer. Atmosfer semakin penuh dengan gas-gas rumah kaca ini dan ia semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak pantulan panas Matahari dari Bumi (Pratama, 2019).

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 (Ramlawati, 2017).

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 mengasikkan 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 (Ramlawati, 2017).

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 CO_2 , metana (CH_4), nitro oksida (N_2O) dan halokarbon (suatu kelompok gas yang berisi fluorine, khlorine atau bromine) (Ramlawati, 2017).

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 (Ramlawati, 2017).





Gambar 6. Mekanisme Terjadinya Pemanasan Global
(Sumber: <https://permatahijaulibels.wordpress.com>)

Mekanisme terjadinya pemanasan global, pemanasan global terjadi sebenarnya mengikuti prinsip efek rumah kaca. Rumah kaca memiliki prinsip, yaitu menyerap energi panas yang dipancarkan oleh matahari dan menahannya, sehingga suhu udara di dalam rumah kaca menjadi hangat dan bisa menunjang pertumbuhan tanaman di dalamnya. Bumi menerima energi panas dari matahari yang menyinari bumi. Energi panas yang sampai ke Bumi menciptakan nuansa panas yang dapat menghangatkan bumi. Sebagian dari panas tersebut akan di serap oleh bumi dan sisanya akan dipantulkan kembali (Ramlawati, 2017).

Namun, sebagian besar panas tersebut tetap terperangkap di atmosfer bumi akibat menumpuknya gas rumah kaca. Panas yang dipantulkan oleh bumi akan diserap oleh gas-gas rumah kaca dan dipantulkan kembali ke permukaan bumi. Akibatnya, energi panas tersebut terperangkap di dalam atmosfer bumi, sehingga suhu di permukaan bumi meningkat. Pada konsentrasi tertentu, sebenarnya kehadiran gas-gas rumah kaca ini





sangat diperlukan untuk menghangatkan suhu di atmosfer bumi. Namun, meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca juga akan berdampak pada semakin meningkatnya energi panas di atmosfer bumi (Ramlawati, 2017).

Pemanasan Global (*Global warming*) adalah kejadian meningkatnya suhu rata-rata bumi. Menurut penelitian yang telah dilakukan, suhu rata-rata permukaan bumi selama seratus tahun telah meningkat menjadi 0.74 ± 0.18 °C (1.33 ± 0.32 °F). Tentunya hal ini merupakan suatu ancaman bagi bumi kita apabila terus dibiarkan. Ada banyak hal yang dapat mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Selain dari faktor alam itu sendiri, sebenarnya manusia juga dapat menyebabkan terjadinya pemanasan. Penggunaan teknologi yang dapat menghasilkan karbon dioksida tanpa dibatasi adalah bentuk pencemaran udara yang menimbulkan efek rumah kaca yang berlebihan yang merupakan salah satu dari penyebab pemanasan global.

H. Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca (*Green House Effect*), diartikan sebagai naiknya suhu bumi. Naiknya suhu bumi disebabkan oleh terperangkapnya sinar matahari gelombang panjang (infra merah) oleh gas-gas rumah kaca (GRK) yang berada di lapisan troposfer, yang merupakan lapisan atmosfer yang berada dipermukaan bumi sampai radius 10 Km ke angkasa. Naiknya suhu ini dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global. Secara total, 29 % energi matahari akan dipantulkan oleh atmosfer, 20 % di serap oleh gas-gas atmosfer, dan hanya 51 % yang sampai dipermukaan bumi (Pratama, 2019).

GRK yang dapat menyebabkan efek rumah kaca adalah CO₂, CH₄, CFC, O₃ dan N₂O. Seberapa besar kontribusi dari masing-masing GRK tergantung kepada lama waktu tinggal GRK di atmosfer dan besarnya nilai GWP. CO₂ menjadi fenomena belakangan ini karena kontribusinya yang sangat besar terhadap efek rumah kaca yaitu 50 % di antara GRK yang lain. Selain itu CO₂ dihasilkan dari kegiatan manusia yang akan menambah emisi CO₂ yaitu, Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang tidak efisien dan peniadaan atau pengurangan vegetasi termasuk pembabatan hutan (Pratama, 2019).

Secara alamiah cahaya matahari (radiasi gelombang pendek) yang menyentuh permukaan bumi akan berubah menjadi panas dan menghangatkan bumi. Sebagian dari panas ini akan dipantulkan kembali oleh permukaan bumi ke angkasa luar sebagai radiasi infra merah gelombang panjang. Sebagian panas sinar matahari yang dipantulkan itu akan diserap oleh gas-gas di atmosfer yang menyelimuti bumi (disebut gas rumah kaca seperti : uap air, karbon dioksida/CO₂ dan metana) sehingga panas sinar tersebut terperangkap di atmosfer bumi. Peristiwa ini dikenal dengan Efek

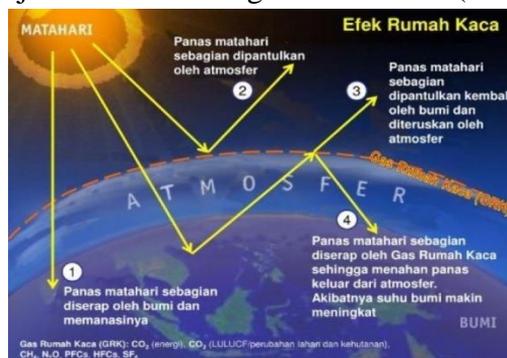




Rumah Kaca (*Green House Effect=GHE*) karena peristiwanya sama dengan rumah kaca, di mana panas yang masuk akan terperangkap di dalamnya, tidak dapat menembus ke luar kaca, sehingga dapat menghangatkan seisi rumah kaca tersebut (Pratama, 2019).

Peristiwa alam ini menyebabkan bumi menjadi hangat dan layak ditempati manusia, karena jika tidak ada Efek Rumah Kaca maka suhu permukaan bumi akan 33°C lebih dingin. Akan tetapi, bila gas-gas ini semakin berlebih di atmosfer dan berlanjut, akibatnya pemanasan bumi akan berlebihan dan akan semakin berlanjut. Efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas Karbondioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya di atmosfer. Kenaikan konsentrasi gas CO_2 ini terjadi akibat kenaikan pembakaran bahan bakar minyak (BBM), batu bara, dan bahan bakar organik lainnya yang melampaui kemampuan tumbuhan-tumbuhan dan laut untuk mengabsorsinya. Bahan-bahan di permukaan bumi yang berperan aktif untuk mengabsorsi hasil pembakaran tadi ialah tumbuh-tumbuhan, hutan, dan laut. Jadi dapat dimengerti bila hutan semakin gundul, maka panas di bumi akan semakin naik (Pratama, 2019).

Energi yang diabsorpsi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah oleh awan dan permukaan bumi. Hanya saja sebagian sinar inframerah tersebut tertahan oleh awan, gas CO_2 , dan gas lainnya sehingga terpantul kembali ke permukaan bumi. Dengan meningkatnya konsentrasi gas CO_2 dan gas-gas lain di atmosfer maka semakin banyak pula gelombang panas yang dipantulkan bumi dan diserap atmosfer. Dengan perkataan lain semakin banyak jumlah gas rumah kaca yang berada di atmosfer, maka semakin banyak pula panas matahari yang terperangkap di permukaan bumi. Akibatnya suhu permukaan bumi akan naik. Sudah disebutkan di atas bahwa efek rumah kaca terjadi karena emisi gas rumah kaca (Pratama, 2019).



Gambar 7. Efek Rumah Kaca

(Sumber: <https://www.amongguru.com>)





I. Penipisan Lapisan Ozon

Ozon adalah gas yang terdiri dari molekul-molekul ozon. Satu molekul ozon mempunyai tiga atom oksigen. Oleh karena itu, ozon mempunyai rumus kimia O_3 . Molekul-molekul ozon mudah bereaksi dengan zat-zat lain dengan melepaskan satu dari tiga atom tersebut. Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelimuti bumi. Keberadaan ozon di atmosfer dapat dibedakan menjadi dua, yaitu ozon yang terdapat di lapisan troposfer dan ozon yang terdapat di lapisan stratosfer. Di lapisan troposfer ozon berbahaya bagi manusia bila terdapat dalam konsentrasi yang tinggi, sebab dapat mengakibatkan gangguan pernapasan dan juga berbahaya bagi tumbuhan karena dapat mengganggu proses fotosintesis. Ozon yang berada di troposfer merupakan gas pencemar udara yang terbentuk secara tidak langsung (Lazuardi, 2003).

Ozon di stratosfer melindungi semua makhluk hidup dari pancaran sinar ultraviolet yang berasal dari matahari. Karena itu, ozon di stratosfer bermanfaat bagi manusia, kebalikan dari ozon di troposfer. Sinar matahari terdiri dari cahaya yang kasat mata dan tidak kasat mata. Cahaya tidak kasat mata terdiri dari sinar infra merah dan sinar ultraviolet. Beberapa zat kimia yang dapat bereaksi dengan ozon di stratosfer, sehingga proses perusakan ozon berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan proses pembentukannya kembali. Zat perusak lapisan ozon terutama adalah CFC (*Chlorofluorocarbon*), halon, dan dinitrogen oksida (N_2O) (Lazuardi, 2003).

Secara alamiah ozon berfungsi untuk menyaring 99% radiasi sinar ultraviolet. Penipisan lapisan ozon berakibat pada peningkatan radiasi sinar ultraviolet ke bumi. Jika hal ini terjadi maka potensi timbulnya penyakit kanker kulit, kanker mata, dan katarak akan meningkat. Partikel-partikel radioaktif di udara yang berasal dari ledakan bom nuklir atau percobaan nuklir sangat berbahaya bagi kesehatan manusia (Campbell, 2000).

Selain bersifat karsinogen (menyebabkan kanker), zat-zat radioaktif yang masuk dan mencemari tubuh manusia juga dapat menimbulkan kerusakan organ-organ visceral manusia seperti ginjal dan hati. Oksida belerang (SO_2 , SO_3) dan oksida nitrogen (NO_2 , NO_3) dari hasil pembakaran batu bara yang dibebaskan ke udara dapat bereaksi dengan uap air membentuk senyawa asam (asam sulfat, asam nitrat). Jika senyawa asam bersatu dengan uap air akan membentuk awan, lalu mengalami kondensasi dan presipitasi di udara dan akan turun sebagai hujan asam. Senyawa asam dalam air hujan menyebabkan kerusakan bangunan, korosi logam, memudahkan warna cat, menurunkan derajat keasaman tanah, bahkan menyebabkan kematian mikroorganisme tanah (Campbell, 2000).





Gambar 8. Menipisnya Lapisan Ozon
(Sumber: <http://riausupport.blogspot.com>)

J. Upaya Menjaga Keseimbangan Lingkungan

Lingkungan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan. Setiap makhluk hidup membutuhkan lingkungan dalam kehidupannya. Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya makhluk hidup memanfaatkan lingkungan sebagai sumber untuk memperoleh kebutuhan hidupnya. Agar lingkungan tetap memiliki kemampuan dalam mendukung manusia dan makhluk hidup lainnya maka pelestarian lingkungan sangat diperlukan. Pelestarian lingkungan bukanlah masalah nasional, tetapi sudah merupakan isu global. Berbagai pihak baik pemerintah maupun swasta sangat berkepentingan dalam mengupayakan pelestarian lingkungan (Campbell, 2000).

Bagi pemerintah pelestarian lingkungan memiliki arti strategis berkaitan dengan program pembangunan nasional yang berkelanjutan (*Sustainable Development*) dan pembangunan berwawasan lingkungan (*Ecodevelopment*). Dalam UUD 1945 Pasal 33 telah diamanatkan bahwa “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat“. Oleh karena itu pemerintah berusaha





mengimplementasikan amanat tersebut dalam program-program pembangunan yang terencana dan berkelanjutan. Pemerintah telah membuat undang-undang untuk mendukung pelaksanaan UUD 1945.

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

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

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan upaya terpadu dalam penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup. Pengelolaan lingkungan hidup memiliki azas tanggung jawab, azas berkelanjutan, azas manfaat yang bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan dalam rangka pembangunan manusia Indonesia seutuhnya (Campbell, 2000).

Sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah:

1. Tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dengan lingkungan.
2. Terwujudnya manusia Indonesia sebagai insan pelindung dan pembina lingkungan, terjaganya kepentingan dari generasi ke generasi, tercapainya keselarasan fungsi lingkungan hidup, terkendalinya pemanfaatan sumber daya secara bijaksana, terlindunginya negara dari dampak usaha/kegiatan yang menyebabkan pencemaran dan perusakan lingkungan.

Peran serta masyarakat dalam pelestarian lingkungan dapat diwujudkan dengan melakukan pengelolaan sampah rumah tangga. Pengelolaan sampah rumah tangga dapat dilakukan dengan memisahkan sampah yang dapat didaur ulang dengan sampah yang tidak dapat didaur ulang, melakukan daur ulang sampah organik dengan pengomposan sampah, serta membuang sampah pada tempatnya. Upaya lain dapat dilakukan dengan menggalakkan gerakan penghijauan di lingkungan sekitar tempat tinggal masing-masing. Hendaknya masyarakat lebih memilih menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan, seperti bahan-bahan yang mudah didaur ulang dan tidak mencemari lingkungan (Campbell, 2000).





Menurut Oman (2007), beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran lingkungan sehingga dapat menjaga keseimbangan lingkungan, diantaranya sebagai berikut:

1. Membuang sampah pada tempatnya

Membuang sampah ke sungai atau selokan akan menyebabkan aliran airnya terhambat. Akibatnya, sampah akan menumpuk dan membusuk. Sampah yang membusuk selain menimbulkan bau tidak sedap juga akan menjadi tempat berkembang biak berbagai jenis penyakit. Selain itu, bisa menyebabkan banjir pada musim hujan. Salah satu cara untuk menanggulangi sampah terutama sampah rumah tangga adalah dengan memanfaatkannya menjadi pupuk kompos. Sampah-sampah tersebut dipisahkan antara sampah organik dan anorganik. Selanjutnya, sampah organik ditimbun di dalam tanah sehingga menjadi kompos. Adapun sampah anorganik seperti plastik dan kaleng bekas dapat di daur ulang menjadi alat rumah tangga dan barang-barang lainnya.

2. Penanggulangan limbah industri

Limbah dari industri terutama yang mengandung bahan-bahan kimia, sebelum dibuang harus diolah terlebih dahulu. Hal tersebut akan mengurangi bahan pencemar di perairan. Dengan demikian, bahan dari limbah pencemar yang mengandung bahan-bahan yang bersifat racun dapat dihilangkan sehingga tidak mengganggu ekosistem.

3. Penanggulangan pencemaran udara

Pencemaran udara akibat sisa dari pembakaran kendaraan bermotor dan asap pabrik, dapat dicegah dan ditanggulangi dengan mengurangi pemakaian bahan bakar minyak. Perlu dipikirkan sumber pengganti alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan, seperti kendaraan berenergi listrik. Selain itu, dilakukan usaha untuk mendafta dan membatasi jumlah kendaraan bermotor yang layak beroperasi. Terutama pengontrolan dan pemeriksaan terhadap asap buangan dan knalpot kendaraan bermotor.

4. Diadakan penghijauan di kota-kota besar

Tumbuhan mampu menyerap CO_2 di udara untuk fotosintesis. Adanya jalur hijau akan mengurangi kadar CO_2 di udara yang berasal dari asap kendaraan bermotor atau asap pabrik. Dengan demikian, tumbuhan hijau bisa mengurangi pencemaran udara. Selain itu, tumbuhan hijau melepaskan O_2 ke atmosfer.

5. Penggunaan pupuk dan obat pembasmi hama tanaman yang sesuai

Pemberian pupuk pada tanaman dapat meningkatkan hasil pertanian. Namun, di sisi lain dapat menimbulkan pencemaran jika pupuk tersebut masuk ke perairan. Eutrofikasi merupakan salah satu dampak negatif yang





ditimbulkan oleh pupuk buatan yang masuk ke perairan. Begitu juga dengan penggunaan obat anti hama tanaman. Jika penggunaannya melebihi dosis yang ditetapkan akan menimbulkan pencemaran. Selain dapat mencemari lingkungan juga dapat menyebabkan musnahnya organisme tertentu yang dibutuhkan, seperti bakteri pengurai atau serangga yang membantu penyerbukan tanaman. Pemberantasan hama secara biologis merupakan salah satu alternatif yang dapat mengurangi pencemaran dan kerusakan ekosistem pertanian.

6. Pengurangan pemakaian CFC

Untuk menghilangkan kadar CFC di atmosfer diperlukan waktu sekitar seratus tahun salah satu cara penanggulangannya yaitu dengan mengurangi penggunaan CFC yang tidak perlu oleh manusia. Mengurangi penggunaan penggunaan CFC dapat mencegah rusaknya lapisan ozon di atmosfer sehingga dapat mengurangi pemanasan global. Dewasa ini, tingkah laku manusia dengan sikap semena-mena terhadap lingkungan sudah sampai pada tingkat yang mengkhawatirkan. Selain mengeksploitasi alam secara serakah, manusia juga telah meracuni alam ini dengan berbagai jenis sampahnya.





Rangkuman



1. Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh proses kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi berkurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya.
2. Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.
3. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.
4. Pencemaran tanah disebabkan berbagai hal, seperti sampah-sampah plastik, kaleng-kaleng. Plastik tidak dapat hancur oleh proses pelapukan dan besi tua menimbulkan karat, sehingga tanah tidak bisa ditumbuhi tanaman. Penggunaan pestisida menyebabkan juga polusi tanah.
5. Pemanasan global yaitu meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut dan daratan Bumi yang disebabkan oleh aktifitas manusia.
6. Ozon adalah gas yang terdiri dari molekul-molekul ozon. Satu molekul ozon mempunyai tiga atom oksigen. Oleh karena itu, ozon mempunyai rumus kimia O_3 .
7. Efek rumah kaca (*Green House Effect*), diartikan sebagai naiknya suhu bumi. Naiknya suhu bumi disebabkan oleh terperangkapnya sinar matahari gelombang panjang (infra merah) oleh gas-gas rumah kaca.
8. Pengelolaan lingkungan hidup merupakan upaya terpadu dalam penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup.





Uji Kompetensi 2

Pilihan Ganda

- Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada jawaban a, b, c, d atau e!
1. Masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh proses kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi berkurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya disebut....
 - a. Pencemaran lingkungan
 - b. Pelestarian lingkungan
 - c. Pengelolaan lingkungan
 - d. Pengendalian lingkungan
 - e. Lingkungan hidup
 2. Pencemaran CO sangat berbahaya bagi manusia karena....
 - a. Menyumbat saluran pernapasan
 - b. Meningkatkan denyut jantung
 - c. Menyebabkan kanker paru-paru
 - d. Menurunkan daya tahan tubuh
 - e. Mengganggu penyerapan oksigen oleh hemoglobin
 3. Dampak dari CO (Karbon monoksida) yang berlebihan adalah....
 - a. Peningkatan suhu udara
 - b. Korosi pada logam
 - c. Gangguan pernapasan
 - d. Perubahan suhu udara
 - e. Terbentuknya hujan asam
 4. Berikut yang bukan pencemaran udara....
 - a. Nitrogen
 - b. Asap
 - c. Sulfur dioksida
 - d. Partikulat
 - e. Karbon monoksida





5. Pemakaian pestisida secara terus-menerus, selain mencemari lingkungan juga dapat memberikan dampak negatif lain, yaitu....
 - a. Menurunnya populasi serangga
 - b. Meluasnya distribusi serangga
 - c. Meningkatkan hasil panen
 - d. Resistensi serangga terhadap pestisida
 - e. Keanekaragaman serangga menurun

6. Penggunaan insektisida dan pemupukan secara berlebihan dapat menyebabkan pencemaran....
 - a. Udara dan tanah
 - b. Air dan udara
 - c. Air dan tanah
 - d. Udara dan ozon
 - e. Air dan suara

7. Kebakaran hutan yang terjadi di beberapa provinsi di Indonesia membuat konsentrasi CO₂ banyak di atmosfer. Hal tersebut dapat menimbulkan....
 - a. Pemanasan global
 - b. Menipisnya ozon
 - c. Terjadinya hujan asam
 - d. Kematian tumbuhan
 - e. Peristiwa eutrofikasi

8. Penggunaan CFC pada alat pendingin, pengharum ruangan, dan penyemprotan obat pembasmi serangga secara terus-menerus akan berdampak terhadap lingkungan, yaitu....
 - a. Mengakibatkan kematian hewan
 - b. Menyebabkan terjadinya hujan asam
 - c. Menyebabkan pemanasan global
 - d. Menyebabkan penipisan ozon
 - e. Mengakibatkan efek rumah kaca

9. Berikut fungsi ozon di lapisan stratosfer adalah....
 - a. Pelindung bumi dan panas matahari
 - b. Pelindung bumi dan sinar ultraviolet
 - c. Pelindung bumi dan pengaruh gerhana matahari
 - d. Pelindung bumi dan pengaruh bintang
 - e. Pelindung bumi dan pengaruh galaksi





10. Radiasi panas matahari yang terkurung dalam atmosfer bumi, serta meningkatnya panas oleh pengikatan CO₂ dikenal....
- Pemanasan global
 - Gas rumah kaca
 - Efek rumah kaca
 - Polusi udara
 - Daya lenting lingkungan





GLOSARIUM



Aerosol	: Bahan yang mudah menguap.
Asap	: Uap yang dapat terlihat dan dihasilkan dari pembakaran.
Asbes	: Biji mineral alami.
Atmosfer	: Lapisan udara yang menyelimuti bumi.
Halocarbon	: Gas yang mengandung uorine, khlorine dan bromine.
Indoor air polution	: Polusi udara yang terjadi di dalam ruangan.
Inhalasi	: Proses menghirup udara ke paru-paru.
Konservasi	: Perlnidungan atau pelestarian.
Limbah	: Sisa yang berasal dari usaha atau kegiatan manusia.
Lingkungan	: Seluruh faktor luar yang memengaruhi suatu organisme.
Outdoor air polution	: Polusi udara yang terjadi di alam bebas.
Ozon	: Gas yang terdiri dari molekul-molekul ozon.
Partikulat	: Bentuk polusi udara.
Pencemaran	: Perubahan yang tidak diinginkan pada lingkungan.
Pestisida	: Bahan kimia pembunuh kuman.
Polusi	: Pencemaran lingkungan
Polutan	: Zat yang dapat mencemari lingkungan.
Remediasi	: Upaya untuk membersihkan tanah dari bahan pencemar.
Resistensi	: Ketahanan atau daya terhadap sesuatu.
Udara	: Campuran berbagai gas yang tidak berwarna.





Kunci Jawaban

Pembelajaran 1

Uji Kompetensi 1

Pilihan Ganda

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. e |
| 2. b | 7. d |
| 3. c | 8. a |
| 4. e | 9. c |
| 5. d | 10. d |

Pembelajaran 2

Uji Kompetensi 2

Pilihan Ganda

- | | |
|------|-------|
| 1. a | 6. c |
| 2. e | 7. a |
| 3. c | 8. d |
| 4. a | 9. b |
| 5. d | 10. c |





DAFTAR PUSTAKA

- Budiyono,A.(2001).Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan. *Jurnal Berita Dirgantara*. 2(1): 21-27.
- Campbell, R. M. (2000). *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Airlangga.
- Campbell, N. A. dan Reece, J. B. 2008. *Biologi, Edisi Kedelapan Jilid 3*.Jakarta: Erlangga.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Irianto, I. K. (2015). *Pencemaran Lingkungan*. Bali: Universitas Warmadewa.
- Kariza, D. A. (2015). Ekstraksi Pektin dari Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia*. Merr) Untuk Pembuatan Gel Pengharum Ruangan. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Ladjar, M. A. B. (2006). *Pencemaran Lingkungan*. Bandung: Yayasan Widya Bhakti.
- Lazuardi.(2003).Penipisan Lapisan Ozon dan Penanggulangannya. *Jurnal Pendidikan Science*. 27(3) : 100-107.
- Oktaria, Y.(2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Siswa Kelas X SMA. Lampung. UIN Raden Intan.
- Oman, K. (2007). *Cerdas Belajar Biologi*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Pratama, R. (2019). Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. *Jurnal Buletin Utama Teknik*. 14(2): 120-126. .
- Ramlawati. (2017). *Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Soeginto,A.(2010). *Ilmu Lingkungan Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Surabaya: Airlangga University Press.





Syamsuri, I. (2000). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.

Yuningtyaswari. (2012). Pengaruh Paparan Pengharum Ruangan Cair dan Gel terhadap Gambaran Histologi Mukosa Hidung *Rattus norvegicus*. *Jurnal Mutiara Medika*. 15(1), 84-90.

