

Lampiran 01 Surat-surat Terkait Penelitian



PEMERINTAH KOTA DENPASAR
 DINAS PENDIDIKAN KEPEMUDAAN DAN OLAHRAGA
S M P NEGERI 8 DENPASAR

Jl. Meduri No.2 Denpasar Timur Telepon (0361) 225 438
 email : smpn_8_denpasar@yahoo.co.id website : smpn8denpasar.sch.id

**SURAT IJIN**

Nomor : 421.73/056.A/SMPN.8/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Wayan Murah,S.Pd.
 NIP : 19631231 198703 1 309
 Tempat/Tgl lahir : Gianyar, 31 Desember 1963
 Pangkat/Gol : Pembina Tk I/IV^b
 Jabatan : Kepala SMP Negeri 8 Denpasar

Dengan ini mengizinkan :

Nama : Putu Mitha Gita Artika
 NIM : 1713071027
 Prodi : Pendidikan IPA
 Fakultas : MIPA

Untuk Mengadakan penelitian pada SMP Negeri 8 Denpasar ,tanggal: 05 Maret 2021 sampai selesai

Demikian surat ijin ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.





PEMERINTAH KOTA DENPASAR
DINAS PENDIDIKAN KEPEMUDAAN DAN OLAAHRAGA
S M P NEGERI 8 DENPASAR

Jl. Meduri No.2 Denpasar Timur Telepon (0361) 225 438
email : smpn_8_denpasar@yahoo.co.id website : smpn8denpasar.sch.id



SURAT KETERANGAN
Nomor : 421.73/056.A/SMPN.8/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Wayan Murah,S.Pd.
NIP : 19631231 198703 1 309
Tempat/Tgl lahir : Gianyar, 31 Desember 1963
Pangkat/Gol : Pembina Tk I/IV^b
Jabatan : Kepala SMP Negeri 8 Denpasar

Dengan ini menerangkan bahwa yang bersangkutan dibawah ini :

Nama : Putu Mitha Gita Artika
NIM : 1713071027
Prodi : Pendidikan IPA
Fakultas : MIPA

Memang benar telah melakukan penelitian untuk peyusunan Skripsi berjudul” Pengembangan IPA Terpadu Untuk Siswa SMP Kelas VII dengan tema ” Aku dan Lingkungan” pada tgl 05 Maret 2021 sampai tanggal 25 Agustus 2021

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Lampiran 02 Angket Analisis Kebutuhan

ANGKET GURU

ANALISIS KEBUTUHAN MODUL IPA TERPADU

Mohon Bapak/Ibu Guru berkesan untuk mengisi identitas sebagai kebutuhan data penelitian.

Nama :

Mengajar Kelas :

Sekolah :

Petunjuk:

1. Tujuan dari penyebaran angket ini adalah untuk menggali informasi yang akan digunakan dalam rangka pengembangan modul IPA terpadu.
2. Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan cara mencentang (✓) pada kotak pilihan beserta alasannya.

Uraian Pertanyaan:

1. Bahan ajar (cetak) apa saja yang Bapak/Ibu gunakan selain buku paket dari BOS dalam memberikan materi pembelajaran?

<input type="checkbox"/> Buku ajar	<input type="checkbox"/> Brosur
<input type="checkbox"/> Modul	<input type="checkbox"/> Foto/gambar
<input type="checkbox"/> <i>Handout</i>	<input type="checkbox"/> Lainnya
<input type="checkbox"/> LKS/LKPD	<input type="checkbox"/> Tidak pernah
2. Apakah buku paket yang disediakan oleh pemerintah (buku BOS) sudah memadai dalam proses pembelajaran?

<input type="checkbox"/> Sudah sangat memadai
<input type="checkbox"/> Sudah, namun lebih baik jika ditunjang dengan bahan ajar lainnya
<input type="checkbox"/> Belum memadai

3. Apakah buku paket yang disediakan oleh pemerintah (buku BOS) sudah bersifat terpadu?
- Sudah
- Belum
4. Apakah siswa dapat dengan mudah memahami materi pada buku paket yang disediakan oleh pemerintah (buku BOS) dalam proses pembelajaran?
- Siswa sudah dapat memahami materi hanya dengan membaca
- Siswa dapat memahami materi jika ditambah dengan sedikit penjelasan oleh guru
- Siswa sulit memahami materi
5. Apakah dalam proses pembelajaran Bapak/Ibu menampilkan suatu gambar atau foto yang menambah minat siswa dalam membaca informasi?
- Sangat berpengaruh
- Biasa saja
- Tidak
6. Menurut Bapak/Ibu, apakah akan menarik jika dikembangkannya modul IPA terpadu?
- Ya, sangat menarik
- Tidak menarik

Denpasar,2021

Guru

NIP.

Lampiran 03 Hasil Analisis Kebutuhan Guru

Nama Guru	Ni Putu Dika Arisandi, S.Pd	Putu Eka Handayani Murni, S.Pd, Gr	Ni Made Hepi Suwandri, S.Pd., M.Pd
Pertanyaan 1	Buku ajar, Modul, LKS/LKPD, Foto/gambar	Buku ajar, <i>Handout</i> , LKS/LKPD, Foto/gambar	Buku ajar, Modul, LKS/LKPD, Foto/gambar, Lainnya
Pertanyaan 2	Sudah, namun lebih baik jika ditunjang dengan bahan ajar lainnya	Sudah, namun lebih baik jika ditunjang dengan bahan ajar lainnya	Sudah, namun lebih baik jika ditunjang dengan bahan ajar lainnya
Pertanyaan 3	Sudah	Sudah	Sudah
Pertanyaan 4	Kadang-kadang	Tidak	Kadang-kadang
Pertanyaan 5	Siswa dapat memahami materi jika ditambah dengan sedikit penjelasan oleh guru	Siswa dapat memahami materi jika ditambah dengan sedikit penjelasan oleh guru	Siswa dapat memahami materi jika ditambah dengan sedikit penjelasan oleh guru
Pertanyaan 6	Sangat berpengaruh	Sangat berpengaruh	Sangat berpengaruh
Pertanyaan 7	Ya, sangat menarik	Ya, sangat menarik	Ya, sangat menarik

Lampiran 04 Hasil Analisis Kurikulum 2013

Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar (KD)	Indikator	Materi Pokok
KI 3. Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.	3.8 Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem	3.8.1 Siswa mampu mendefinisikan pencemaran lingkungan 3.8.2 Siswa mampu membedakan jenis-jenis pencemaran lingkungan 3.8.3 Siswa mampu mendefinisikan pencemaran air 3.8.4 Siswa mampu menjelaskan faktor penyebab pencemaran air 3.8.5 Siswa mampu menganalisis dampak dari pencemaran air 3.8.6 Siswa mampu menjelaskan cara penanggulangan pencemaran air 3.8.7 Siswa mampu mendefinisikan pencemaran udara 3.8.8 Siswa mampu menyebutkan macam-macam pencemaran udara 3.8.9 Siswa mampu menguraikan faktor penyebab pencemaran udara	Pencemaran lingkungan

Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar (KD)	Indikator	Materi Pokok
		3.8.10 Siswa mampu mendefinisikan pencemaran udara 3.8.11 Siswa mampu menjelaskan cara penanggulangan pencemaran udara 3.8.12 Siswa mampu mendefinisikan pencemaran tanah 3.8.13 Siswa mampu mendeskripsikan faktor penyebab pencemaran tanah 3.8.14 Siswa mampu menganalisis dampak pencemaran tanah 3.8.15 Siswa mampu menjelaskan cara penanggulangan pencemaran tanah	
	3.10 Menjelaskan lapisan bumi, gunung api, gempa bumi, dan tindakan pengurangan resiko sebelum, pada saat, dan pasca bencana sesuai ancaman bencana di daerahnya	3.10.1 Siswa mampu menjelaskan karakteristik lapisan penyusun bumi 3.10.2 Siswa mampu menjelaskan karakteristik atmosfer 3.10.3 Siswa mampu menjelaskan karakteristik litosfer 3.10.4 Siswa mampu menjelaskan karakteristik gempa bumi	Lapisan bumi

		serta pengurangan resiko bencananya	
--	--	-------------------------------------	--

Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar (KD)	Indikator	Materi Pokok
		3.10.5 Siswa mampu menjelaskan karakteristik gunung api serta pengurangan resiko bencananya 3.10.6 Siswa mampu menjelaskan karakteristik hidrosfer serta pengurangan resiko bencananya	
KI. 4 Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis,	4.8 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan	4.8.1 Siswa mampu membuat laporan hasil percobaan terkait dampak pencemaran air beserta cara penanggulangan pencemaran air beserta cara penanggulangan pencemaran air	Pencemaran lingkungan

<p>membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori</p>	<p>4.10 Mengkomunikasikan upaya pengurangan resiko dan dampak bencana alam serta tindakan penyelamatan diri pada saat terjadi bencana sesuai dengan jenis ancaman bencana di daerahnya.</p>	<p>4.10.1 Siswa mampu mengamati tayangan model lapisan bumi 4.10.2 Siswa mampu mengumpulkan mengenai lapisan bumi dan mekanisme terjadinya letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami 4.10.3 Siswa mampu menyajikan hasil studi literatur tentang penanggulangan resiko dan dampak bencana alam dalam bentuk presentasi saat terjadi bencana alam</p>	
--	---	---	--



Lampiran 05 Angket Validasi Ahli

LEMBAR PENILAIAN MODUL IPA TERPADU

Judul Penelitian : Pengembangan Modul IPA Terpadu untuk Siswa SMP Kelas VII dengan Tema “Aku dan Lingkungan”

Mata Pelajaran : IPA Terpadu

Materi Pokok : Interaksi MakhluK Hidup dengan Lingkungan dan Pencemaran Lingkungan

Kepada Yth,

Bapak/Ibu sebagai validator di Singaraja

Dengan hormat,

Dalam pengembangan **Modul IPA Terpadu dengan Tema “Aku dan Lingkungan”**, saya mengharapkan bantuan dari Bapak/Ibu agar berkenan untuk memberikan penilaian, saran, dan koreksi terhadap isi, bahasa, dan tampilan modul IPA terpadu ini.

Penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul IPA terpadu ini. Koreksi dan masukan yang Bapak/Ibu berikan dapat dituliskan pada lembaran angket (terlampir) dengan mengikuti petunjuk yang ada dibawah ini.

Petunjuk cara memberikan koreksi dan masukan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Isilah kolom yang telah disediakan dengan memberi tanda rumput (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.
2. Berikanlah masukan atau komentar (jika ada) pada setiap butir penilaian di kolom masukan atau komentar secara keseluruhan yang ada dibawah kolom.
3. Kriteria penilaian
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang

3 = Cukup Baik

4 = Baik

5 = Sangat Baik

Besar harapan saya agar Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian secara lebih seksama dan apa adanya. Atas berkenaan dan bantuan dari Bapak/Ibu, saya ucapkan terimakasih.

Denpasar,2021



Putu Mitha Gita Artika

NIM 171307027



**ANGKET UJI VALIDITAS AHLI KEPENDIDIKAN IPA TERHADAP
MODUL IPA TERPADU DENGAN TEMA “AKU DAN LINGKUNGAN”**

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
1.	Isi	Aspek kesesuaian materi dengan KD					
		Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator pembelajaran					
		Keluasan materi modul yang mengacu pada KI, KD, dan indikator pembelajaran					
		Kesesuaian susunan materi dengan kurikulum 2013					
		Aspek keakuratan isi					
		Keakuratan konsep dan definisi					
		Keakuratan contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari					
		Keakuratan gambar dan ilustrasi					
		Kejelasan materi yang disajikan					
		Kesesuaian topik praktikum dengan materi pada buku					
		Kejelasan petunjuk pengerjaan soal					
		Kesesuaian soal dengan materi					

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
2.	Bahasa	Aspek lugas					
		Ketepatan struktur kalimat					
		Keefektifan kalimat					
		Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan karakteristik siswa					
		Kesederhanaan struktur kalimat					
		Aspek Komunikatif					
		Bahasa yang digunakan komunikatif					
3.	Penyajian	Aspek teknik penyajian					
		Kelengkapan komponen modul (<i>cover</i> , kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, petunjuk penggunaan modul, peta konsep, materi pembelajaran gambar yang menunjang, dan latihan soal atau evaluasi)					
		Sistematika penyajian modul yang mencakup apresepsi, materi, praktikum, dan evaluasi					
		Keruntutan konsep					
		Rangkuman					
		Daftar pustaka					
		Aspek tampilan					

		Ketepatan pemilihan dan komposisi warna					
--	--	---	--	--	--	--	--

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
		Kemenarikan tampilan gambar yang disajikan					
		Jenis dan ukuran huruf mudah dibaca					
		Kesesuaian gambar ilustrasi dengan materi					

Komentar dan Saran:

.....

.....

.....

Kesimpulan:

Modul IPA Terpadu dengan Tema “Aku dan Lingkungan” ini dinyatakan *):

1. Valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi tanpa ada revisi
2. Valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi dengan revisi
3. Tidak valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi

*) Lingkari salah satu

Singaraja,2021

NIP.

Lampiran 06 Hasil Analisis Validasi oleh Dosen

**ANGKET UJI VALIDITAS AHLI KEPENDIDIKAN IPA TERHADAP
MODUL IPA TERPADU DENGAN TEMA “AKU DAN LINGKUNGAN”**

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
1.	Isi	Aspek kesesuaian materi dengan KD					
		Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator pembelajaran					Tidak bisa dinilai karena KI dan KD-nya tidak ada pada modul
		Keluasan materi modul yang mengacu pada KI, KD, dan indikator pembelajaran					Idem
		Kesesuaian susunan materi dengan kurikulum 2013					Idem
		Aspek keakuratan isi					
		Keakuratan konsep dan definisi				√	
		Keakuratan contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari				√	
		Keakuratan gambar dan ilustrasi				√	
		Kejelasan materi yang disajikan				√	
		Kesesuaian topik praktikum dengan materi pada buku				√	
		Kejelasan petunjuk pengerjaan soal				√	
		Kesesuaian soal dengan materi				√	

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
2.	Bahasa	Aspek kelugasan					
		Ketepatan struktur kalimat				√	
		Keefektifan kalimat				√	
		Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan karakteristik siswa				√	
		Kesederhanaan struktur kalimat			√		
		Aspek komunikatif					
		Bahasa yang digunakan komunikatif				√	
3.	Penyajian	Aspek teknik penyajian					
		Kelengkapan komponen modul (<i>cover</i> , kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, petunjuk penggunaan modul, peta konsep, materi pembelajaran gambar yang menunjang, dan latihan soal atau evaluasi)				√	
		Sistematika penyajian modul yang mencakup apresepsi, materi, praktikum, dan evaluasi				√	
		Keruntutan konsep				√	
		Rangkuman				√	
		Daftar pustaka				√	
		Aspek tampilan					
		Ketepatan pemilihan dan komposisi warna				√	
		Kemenerikan tampilan gambar yang disajikan				√	
		Jenis dan ukuran huruf mudah dibaca				√	
		Kesesuaian gambar ilustrasi dengan materi				√	

Komentar dan Saran:

- Tema aku dan lingkungan. Di dalam tubuh tidak terlihat aspek aku, yang ada hanya lingkungan.
- Tuliskan KI dan KD dalam modul sehingga memudahkan untuk mengetahui kesesuaiannya dengan cakupan materi yang diuraikan dalam modul.
- Bedakan bagan konsep dengan peta konsep, dimodul dituliskan bagan konsep tetapi yang ditulis tidak seutuhnya merupakan bagan konsep, sementara di form validasinya ada kompoen peta konsep.
- Upayakan kata kerja operasional dalam indikator untuk Bab 1 tidak hanya menjelaskan.
- Upayakan alat eveluasinya mengacu pada indiktor.
- Semua gambar yang dicantumkan hendaknya dirujuk pada tubuh tulisan.
- Gunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar. Untuk gambar dengan no hendaknya G pada gambar menggunakan huruf kapital dan tidak perlu ditambahkan kata “di bawah ini. Kalimat minimal mengandung subjek dan predikat.

Kesimpulan:

Modul IPA Terpadu dengan Tema “Aku dan Lingkungan” ini dinyatakan *):

1. Valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi tanpa ada revisi
2. Valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi dengan revisi
3. Tidak valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi

*) Lingkari salah satu

Singaraja, 17 Agustus 2021



Dr. I Nyoman Suardana, M.Si.

NIP. 196611231993031001

**ANGKET UJI VALIDITAS AHLI KEPENDIDIKAN IPA TERHADAP
MODUL IPA TERPADU DENGAN TEMA “AKU DAN LINGKUNGAN”**

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
1.	Isi	Aspek kesesuaian materi dengan KD					
		Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan indikator pembelajaran			✓		Validator kesulitan untuk mengecek kesesuaian sepenuhnya karena tidak dicantumkan pada modul KD 3 dan KD 4 mana yang dijadikan acuan.
		Keluasan materi modul yang mengacu pada KI, KD, dan indikator pembelajaran				✓	
		Kesesuaian susunan materi dengan kurikulum 2013				✓	Secara umum dengan melihat jabaran materi keseluruhan sudah dapat diperkirakan tidak menyimpang dari kurikulum 2013.
		Aspek keakuratan isi					
		Keakuratan konsep dan definisi				✓	
		Keakuratan contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari				✓	Disarankan agar memuat pertanyaan-pertanyaan terapan materi.
		Keakuratan gambar dan ilustrasi				✓	Beberapa gambar ada yang masih pecah dan kabur.
		Kejelasan materi yang disajikan				✓	

		Kesesuaian topik praktikum dengan materi pada buku				✓	
No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
		Kejelasan petunjuk pengerjaan soal				✓	
		Kesesuaian soal dengan materi				✓	
2.	Bahasa	Aspek kelugasan					
		Ketepatan struktur kalimat				✓	
		Keefektifan kalimat				✓	
		Kesesuaian bahasa yang digunakan dengan karakteristik siswa				✓	
		Kesederhanaan struktur kalimat				✓	
		Aspek komunikatif					
		Bahasa yang digunakan komunikatif				✓	
3.	Penyajian	Aspek teknik penyajian					
		Kelengkapan komponen modul (<i>cover</i> , kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, petunjuk penggunaan modul, peta konsep, materi pembelajaran gambar yang menunjang, dan latihan soal atau evaluasi)				✓	
		Sistematika penyajian modul yang mencakup apresepsi, materi, praktikum, dan evaluasi				✓	
		Keruntutan konsep				✓	
		Kejelasan rangkuman				✓	

		Kelengkapan dan kemutahiran daftar pustaka				✓	
--	--	--	--	--	--	---	--

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor				Komentar
			1	2	3	4	
		Aspek tampilan					
		Ketepatan pemilihan dan komposisi warna				✓	
		Kemenarikan tampilan gambar yang disajikan				✓	
		Jenis dan ukuran huruf mudah dibaca				✓	
		Kesesuaian gambar ilustrasi dengan materi				✓	

Komentar dan Saran:

1. Cantumkan kompetensi dasar pada modul di bagian petunjuk penggunaan modul, halaman x jangan hanya menjelaskan fitur saja. Namun jelaskan bagaimana seharusnya siswa menggunakan. Siswa bacanya darimana? kemudian ke mana. Supaya terarah.
2. Tautan youtube sebaiknya dibingkai, diberikan judul. Itu tautan apa. Sewaktu-waktu, mungkin saja siswa perlu mencari tautan itu lagi tanpa harus membaca lagi sehingga perlu dipermudah
3. Pada setiap praktikum, perbanyak pertanyaan-pertanyaan analisis data. Selain pertanyaan terkait data bisa juga dimuatkan pertanyaan penerapan sesuai topik praktikum, pertanyaan teori sesuai dengan tujuan pembelajaran.

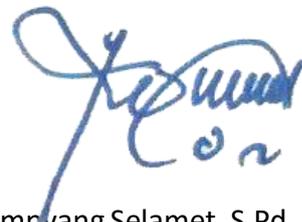
Kesimpulan:

Modul IPA Terpadu dengan Tema “Aku dan Lingkungan” ini dinyatakan *):

1. Valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi tanpa ada revisi
2. Valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi dengan revisi
3. Tidak valid untuk digunakan di lapangan dari segi materi

*) Lingkari salah satu

Singaraja,..16 Agustus..2021



Kompyang Selamet, S.Pd., M.Pd.

NIP. 198906252015041001



HASIL UJI VALIDASI

Judgest I : Dr. I Nyoman Suardana, M.Si.

Judgest II : Kompyang Selamat, S.Pd.,M.Pd.

Butir Penilaian	Judgest I	Judgest II	Keterangan
1	0	3	C
2	0	4	C
3	0	4	C
4	4	4	D
5	4	4	D
6	4	4	D
7	4	4	D
8	4	4	D
9	4	4	D
10	4	4	D
11	4	4	D
12	4	4	D
13	4	4	D
14	3	4	B
15	4	4	D
16	4	4	D
17	4	4	D
18	4	4	D
19	4	4	D
20	4	4	D
21	4	4	D
22	4	4	D
23	4	4	D
24	4	4	D

Tabulasi Silang 2×2

Tabulasi Silang 2×2		Judgest I	
		Kurang Relevan (Skor 1 atau 2)	Sangat Relevan (Skor 3 atau 4)
Judges II	Kurang Relevan (Skor 1 atau 2)	(A) (0)	(B) (1)
	Sangat Relevan (Skor 3 atau 4)	(C) (3)	(D) (20)

Keterangan:

A = kedua penilai tidak setuju

B = judgest I setuju, judgest II tidak setuju

C = judgest I tidak setuju, judgest II setuju

D = kedua judgest setuju

Berdasarkan tabel tabulasi silang 2×2, perhitungan hasil validasi dengan menggunakan rumus Gregory sebagai berikut.

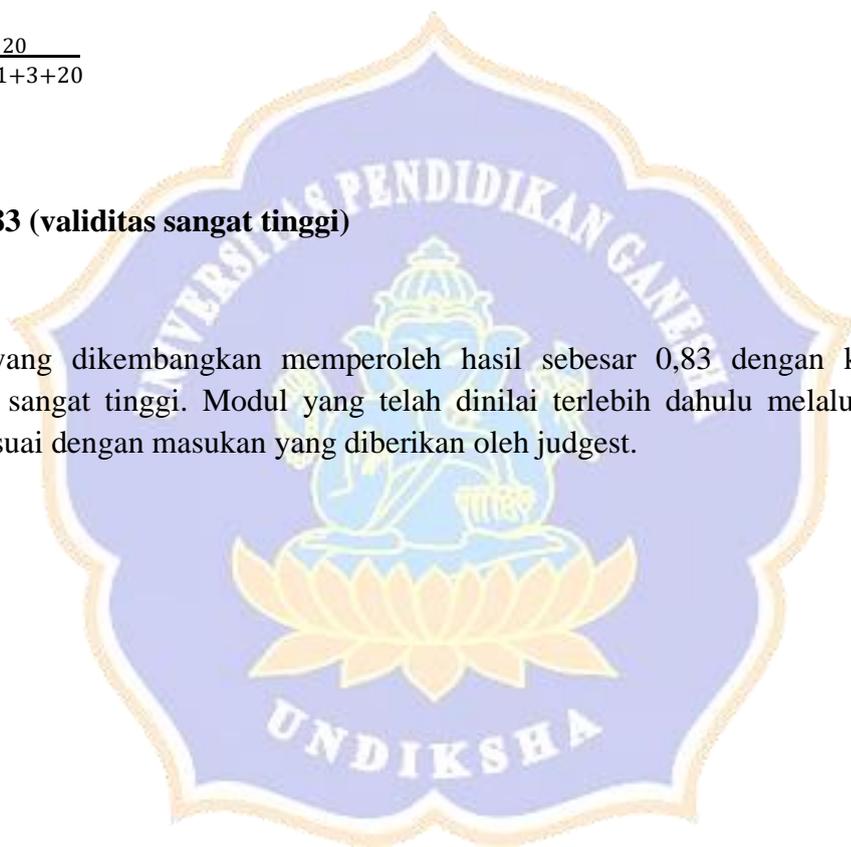
$$CV = \frac{D}{A+B+C+D}$$

$$CV = \frac{20}{0+1+3+20}$$

$$CV = \frac{20}{24}$$

CV = 0,83 (validitas sangat tinggi)

Modul yang dikembangkan memperoleh hasil sebesar 0,83 dengan kategori validitas sangat tinggi. Modul yang telah dinilai terlebih dahulu melalui tahap revisi sesuai dengan masukan yang diberikan oleh judgest.



Lampiran 07 Angket Uji Keterbacaan

**ANGKET RESPON SISWA TERHADAP MODUL IPA TERPADU
DENGAN TEMA “AKU DAN LINGKUNGAN”**

Identitas Respon Siswa

Nama :

Kelas :

Sekolah :

Petunjuk:

1. Tulislah terlebih dahulu identitas Anda pada tempat yang telah disediakan.
2. Sebelum mengisi angket ini, pastikan Anda telah membaca Modul IPA terpadu dengan tema “Aku dan Lingkungan”.
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum Anda memilih jawaban.
4. Isilah kolom yang telah disediakan dengan memberi tanda rumput (√) pada kolom yang Anda anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada.

Kriteria penilaian:

1 = Sangat Tidak Setuju 3 = Kurang Setuju 5 = Sangat Setuju

2 = Tidak Setuju 4 = Setuju

5. Pastikan Anda menjawab sesuai dengan pendapat anda terhadap Modul IPA terpadu dengan tema “Aku dan Lingkungan”.
6. Berilah tanggapan anda berupa komentar dan saran terhadap Modul IPA terpadu dengan tema “Aku dan Lingkungan” pada tempat yang telah disediakan.

Lembar Respon Siswa

No.	Pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Petunjuk penggunaan yang terdapat dalam modul IPA terpadu ini memudahkan saya dalam menggunakannya					
2.	Modul IPA terpadu ini memudahkan saya dalam memahami materi					
3.	Materi yang disajikan dalam modul IPA terpadu ini sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran					
4.	Materi yang disajikan dalam modul IPA terpadu ini sudah runtut dan bertahap					
5.	Penyajian materi dalam modul IPA terpadu menarik					
6.	Ukuran dan jenis tulisan yang terdapat dalam modul IPA terpadu sesuai serta mudah dibaca					
7.	Kalimat yang terdapat dalam modul IPA terpadu mudah saya pahami					
8.	Lembar kerja peserta didik yang disediakan dalam modul IPA terpadu ini sudah sesuai dengan materi					
9.	Bahasa yang digunakan dalam modul IPA terpadu sederhana dan mudah saya mengerti					
10.	Gambar atau ilustrasi yang terdapat dalam modul IPA terpadu memudahkan saya dalam memahami materi					
11.	Modul IPA terpadu ini berisikan latihan soal atau evaluasi yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya tentang materi terkait					
12.	Komponen dalam modul IPA terpadu ini menurut saya sudah lengkap dan jelas					
13.	Saya senang dengan adanya modul IPA terpadu ini					

Komentar dan Saran:

Denpasar, 2021

Peserta Didik



Lampiran 08 Hasil Analisis Uji Keterbacaan

Nama Siswa	Pernyataan												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Seshika Elysia Arista	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4	3	4
I Putu Agus Setiawan	4	4	4	4	4	2	4	3	4	3	4	3	4
Ida Ayu Carissa Putri M.S	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5
Gusti Ayu Made Ratih P.S	4	5	4	5	3	4	4	5	5	4	5	5	5
Ni Made Saras Swartini D.	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4
Ferdiansyah Hafiz	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	5
Made Kenzie Gamel D.A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
I Nyoman Adi Wiguna	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3
Natalie Alisia Rambung	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4	4
Ni Putu Sachi Anggun P.	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	2	5
I Putu Agus Sukra A.	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rerata	3,5	3,6	3,4	3,5	3,4	3,3	3,4	3,5	3,6	3,4	3,6	3,3	3,6
Rata-rata	3,5												

Keterangan Respon:

5= Sangat setuju

4= Setuju

3= Kurang setuju

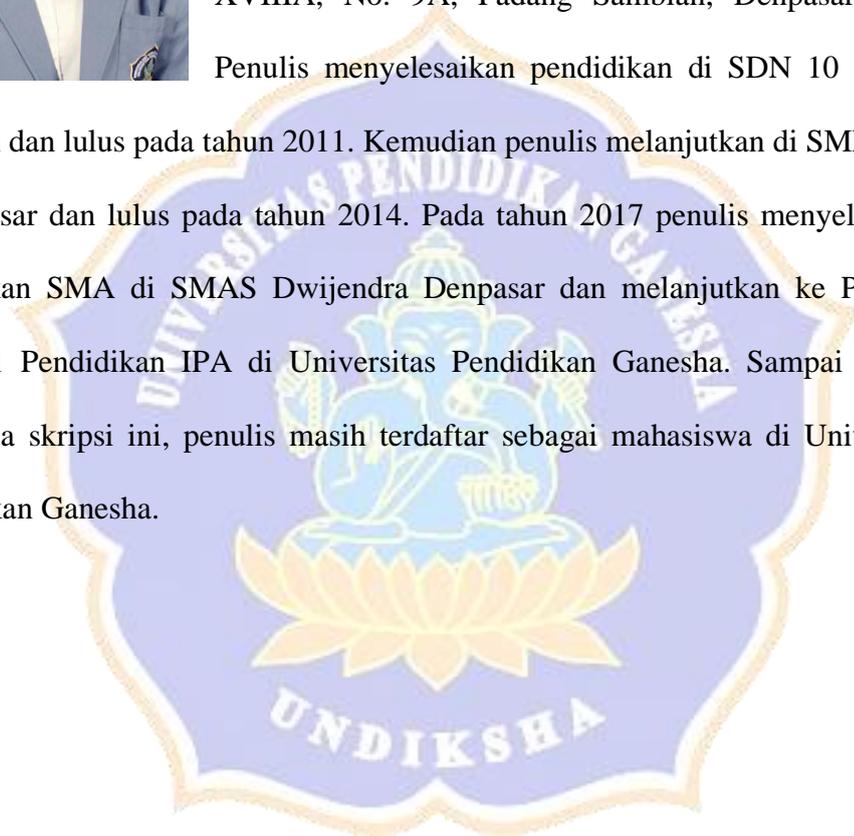
2= Tidak setuju

1 = Sangat setuju

Lampiran 09 Riwayat Hidup

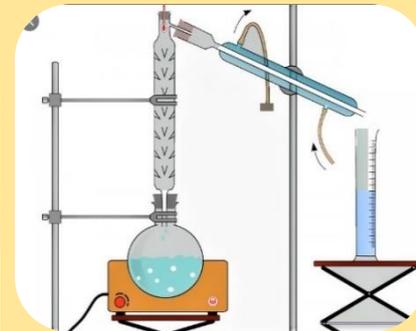
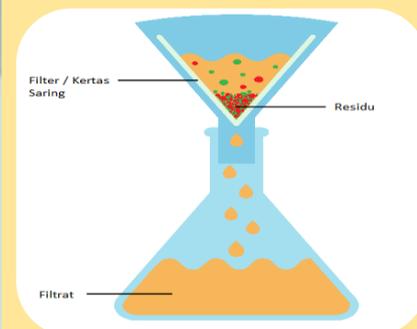
RIWAYAT HIDUP

Putu Mitha Gita Artika lahir di Badung pada tanggal 11 Mei 1999. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak I Nyoman Suastika dan Ibu Ni Luh Puspa Mega. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini penulis beralamat di Jalan Gunung Guntur, Gg. XVIIIA, No. 9A, Padang Sambian, Denpasar Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 10 Padang Sambian dan lulus pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan di SMP PGRI 5 Denpasar dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2017 penulis menyelesaikan pendidikan SMA di SMAS Dwijendra Denpasar dan melanjutkan ke Program Studi S1 Pendidikan IPA di Universitas Pendidikan Ganesha. Sampai dengan ditulisnya skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Pendidikan Ganesha.





MODUL IPA TERPADU "AKU DAN LINGKUNGAN"



SMP / Mts
KELAS
VII

PENULIS:
PUTU MITHA GITA ARTIKA

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Modul IPA Terpadu dengan tema "Aku dan Lingkungan".

Modul IPA Terpadu dengan tema "Aku dan Lingkungan" ini merupakan bahan ajar yang mengulas keterhubungan materi Lapisan Bumi dan Pencemaran Lingkungan. Modul ini berisikan informasi pengetahuan yang lebih informatif dan menarik didukung dengan adanya berbagai gambar, informasi tambahan, dan praktikum yang mendukung pembelajaran. Modul ini juga dilengkapi dengan soal evaluasi dan kunci jawaban yang bisa diperoleh oleh guru, sehingga guru dapat mengukur indikator pembelajaran yang telah dicapai oleh siswa.

Penyelesaian modul ini tidak dapat berjalan dengan lancar tanpa bantuan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ni Made Pujani, M. Si dan Ni Luh Pande Latria Devi, S.Pd., M. Pd selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan selama penyusunan Modul IPA Terpadu ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan modul ini masih bisa dikatakan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan dan saran yang dapat membangun dari pembaca, semoga modul ini dapat menjadi sumber belajar yang baik dan dapat mendukung pembelajaran khususnya mengenai materi lapisan bumi dan pencemaran lingkungan.

Denpasar, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	viii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	ix
PENGANTAR	xii
BAB 1. Lapisan Bumi	1
1. Permukaan Bumi	4
2. Struktur dan Lapisan Bumi	6
A. Atmosfer	8
1. Lapisan Atmosfer	10
2. Tekanan Udara	16
3. Suhu di Atmosfer	19
4. Lapisan Ozon	21
Rangkuman Materi	23
Tes Formatif 1: Atmosfer	24
B. Litosfer	27
1. Teori Tektonik Lempeng	28
2. Gempa Bumi dan Gunung Berapi	36
Rangkuman Materi	55
Tes Formatif 2: Litosfer	56
C. Hidrosfer	59
Rangkuman Materi	68
Tes Formatif 3: Hidrosfer	69
Uji Kompetensi 1: Lapisan Bumi	71

BAB 2. Pencemaran Lingkungan	80
A. Definisi Pencemaran	84
1. Jenis-jenis Pencemaran Lingkungan	85
B. Pencemaran Air	88
1. Faktor Penyebab Pencemaran Air	92
2. Dampak Pencemaran Air	95
3. Cara Memisahkan Campuran	99
4. Cara Penanggulangan Pencemaran Air	103
Rangkuman Materi	108
Tes Formatif 4: Pencemaran Air	109
C. Pencemaran Udara	112
1. Macam-macam Pencemaran Udara	113
2. Faktor Penyebab Pencemaran Udara	114
3. Dampak Pencemaran Udara	116
4. Cara Penanggulangan Pencemaran Udara	119
Rangkuman Materi	121
Tes Formatif 5: Pencemaran Udara	122
D. Pencemaran Tanah	124
1. Faktor Penyebab Pencemaran Tanah	125
2. Dampak Pencemaran Tanah	127
3. Cara Penanggulangan Pencemaran Tanah	129
Rangkuman Materi	131
Tes Formatif 6: Pencemaran Tanah	132
Uji Kompetensi 2: Pencemaran Lingkungan	134
KUNCI JAWABAN.....	139
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Penampakan Bumi	4
Gambar 1.2 Geosfer	4
Gambar 1.3 Lapisan pada bawang merah, jeruk, bola golf, dan bumi.....	6
Gambar 1.4 Tambang PT. Freeport	7
Gambar 1.5 Lapisan bumi	8
Gambar 1.6 Komposisi gas pada atmosfer	9
Gambar 1.7 Lapisan atmosfer	10
Gambar 1.8 Hujan terjadi di lapisan troposfer	11
Gambar 1.9 Awan yang ada di Troposfer	11
Gambar 1.10 Pesawat yang Mengudara di Stratosfer	12
Gambar 1.11 Fenomena hujan meteor pada Mesosfer	12
Gambar 1.12 Pemantulan gelombang radio pada Ionosfer	13
Gambar 1.13 Teleskop Hubble	14
Gambar 1.14 Satelit yang mengorbit bumi pada lapisan Eksosfer ...	14
Gambar 1.15 Permainan panjat pinang	16
Gambar 1.16 Tekanan udara menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian	16
Gambar 1.17 Grafik hubungan antara ketinggian dengan tekanan udara.....	18
Gambar 1.18 Perubahan temperatur pada lapisan atmosfer	20
Gambar 1.19 Suhu Kota Surabaya 14 Oktober 2015	21
Gambar 1.20 Proses pemecahan molekul ozon oleh CFC.....	22
Gambar 1.21 Perubahan lubang ozon.....	23
Gambar 1.22 Tanah memiliki lapisan dengan struktur yang berbeda	27
Gambar 1.23 Peta dunia	28
Gambar 1.24 Ilustrasi benua yang menyatu membentuk Pangeae ..	28
Gambar 1.25 Penyebaran penemuan fosil <i>Cynognathus</i> , <i>Lystrosaurus</i> ,	

dan <i>Glossopteris</i>	29
Gambar 1.26 Dasar kerak samudra yang menjauh dari punggung kerak samudra	30
Gambar 1.27 Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas mantel Bumi.....	31
Gambar 1. 28 Diagram lempeng di dunia beserta jenis pergerakannya	31
Gambar 1.29 Proses terjadinya patahan (a), dan Patahan San Andreas (b)	32
Gambar 1.30 Subduksi dan tabrakan antar lempeng benua.....	33
Gambar 1.31 Proses konveksi pada air yang dipanaskan	33
Gambar 1.32 Proses konveksi yang terjadi di dalam bumi.....	34
Gambar 1.33 Ketika ranting dibengkokkan secara perlahan hingga patah, akan terasa getaran pada ranting	36
Gambar 1.34 Jenis sesar berdasarkan gaya yang bekerja pada lempeng.....	37
Gambar 1.35 Letak hiposentrum dan episentrum sebuah gempa	38
Gambar 1.36 Proses terjadinya tsunami	42
Gambar 1.37 Tindakan tanggap sebelum gempa bumi terjadi	43
Gambar 1.38 Tindakan yang harus dilakukan ketika gempa terjadi .	45
Gambar 1.39 Tindakan yang harus dilakukan setelah gempa.....	46
Gambar 1.40 Proses erupsi.....	49
Gambar 1.41 Awan panas pada letusan gunung Merapi	50
Gambar 1.42 Tindakan siaga bencana gunung meletus	53
Gambar 1.43 Foto Bumi dari satelit milik NASA	59
Gambar 1.44 Proses terjadinya siklus air.....	60
Gambar 1.45 Banjir di Jakarta	61
Gambar 1.46 Kepadatan pemukiman di Jakarta.....	62
Gambar 1.47 Sampah di sungai Ciliwung.....	63
Gambar 1.48 Pemukiman di Bantaran Sungai	63
Gambar 1.49 Kerusakan akibat banjir	64

Gambar 1.50 Tindakan siaga sebelum banjir.....	65
Gambar 1.51 Tindakan yang harus dilakukan saat banjir datang.....	67
Gambar 1.52 Tindakan saat di pengungsian banjir dan ketika kembali ke rumah setelah banjir.....	67
Gambar 2.1 Pencemaran lingkungan.....	83
Gambar 2.2 Daun yang jatuh ke sungai	83
Gambar 2.3 Seseorang yang membuang sampah ke sungai	83
Gambar 2.4 Limbah pabrik	84
Gambar 2.5 Selokan yang kotor	88
Gambar 2.6 Sampah rumah tangga	93
Gambar 2.7 <i>Blooming Algae</i>	95
Gambar 2.8 Penyaringan air	100
Gambar 2.9 Alat Sentrifugasi.....	101
Gambar 2.10 Pemisahan campuran dengan cara destilasi	101
Gambar 2.11 Pemisahan campuran dengan cara kromatografi	102
Gambar 2.12 Metode sublimasi	103
Gambar 2.13 Kolam stabilisasi	104
Gambar 2.14 Instalasi pengolahan air limbah	104
Gambar 2.15 Pengelolaan excreta	106
Gambar 2.16 Polusi udara dari asap pabrik	112
Gambar 2.17 Ilustrasi fungsi lapisan ozon	118
Gambar 2.18 Unit pengelolaan asap	120
Gambar 2.19 Sampah penyebab pencemaran tanah	124

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Lapisan-lapisan atmosfer bumi.....	15
Tabel 1.2 Tabel Pengamatan Percobaan Menghitung Massa Udara...	19
Tabel 1.3 Kategori gempa berdasarkan besarnya <i>magnitude</i> dan kerusakan yang ditimbulkan.....	40
Tabel 1.4 Tingkatan status gunung berapi menurut Badan Geologi Kementerian ESD	51
Tabel 2.1 Hasil Pengamatan Lingkungan	96
Tabel 2.2 Jenis-jenis Polutan Udara	114
Tabel 2.3 Pengamatan Lingkungan Sekitar	116
Tabel 2.4 Dampak Pencemaran Udara Bagi Lingkungan	119
Tabel 2.5 Jenis-jenis Limbah Domestik	125
Tabel 2.6 Jenis-jenis Limbah Industri	126
Tabel 2.7 Dampak Pencemaran Tanah Bagi Lingkungan Sekitar ...	129



PETUNJUK PENGUNAAN MODUL

Modul ini berisi materi yang terkait dengan tema “Aku dan Lingkungan”, tema yang akan dibahas dalam modul ini mengacu pada materi pembelajaran IPA SMP Kelas VII. Pembelajaran IPA Terpadu dengan tema “Aku dan Lingkungan” akan mengkaji materi dari kajian biologi, kimia dan fisika/astronomi di SMP. Tema tersebut dibagi menjadi dua sub-tema yaitu Lapisan Bumi dan Pencemaran Lingkungan. Modul ini berisikan halaman judul sebagai identitas modul, berbagai daftar seperti daftar isi dan daftar gambar untuk memudahkan pembaca dalam mencari materi yang akan dipelajari.

Pada awal setiap bab disajikan fenomena atau peristiwa serta kata kunci yang berkaitan dengan materi agar membangkitkan pengetahuan awal Anda tentang materi yang akan dipelajari. Modul ini juga dilengkapi dengan fitur tahukah kamu untuk menambah informasi mengenai sains. Setiap materi pada modul dilengkapi dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk melatih keterampilan Anda. Lakukan setiap kegiatan tersebut dengan cermat dan penuh semangat agar Anda bisa lebih memahami materi yang dipelajari.

Pada akhir tiap bab modul serta akhir sub materi ini dilengkapi dengan rangkuman materi dan uji kompetensi untuk menguji pemahaman Anda terkait materi yang telah Anda pelajari. Apabila Anda masih mengalami kesulitan dalam memahami materi atau dalam menjawab setiap soal yang terdapat di dalam modul ini, Anda dapat membaca ulang materi atau dapat melakukan diskusi dengan teman maupun guru Anda.

Nah, sebelum Anda menggunakan buku ini. Anda perlu membaca bagian petunjuk ini. Mengapa itu diperlukan? Ibaratnya ketika Anda berkunjung ke tempat wisata. Pasti Anda ingin memanfaatkan fasilitas dan mengunjungi semua tempat yang ada di tempat wisata tersebut bukan? Tentunya, agar tujuan tersebut tercapai Anda akan membaca peta dimana tempat serta fasilitas itu berada. Begitu juga dengan modul

ini. Jika Anda ingin memperoleh manfaat yang maksimal dari modul ini tentu Anda harus memperhatikan dan memahami bagian petunjuk penggunaan buku ini. Selamat mempelajari!



Ayo Diskusikan ?

Kamu sudah mempelajari dan mengetahui apa saja komponen utama dari lingkungan. Nah, untuk menguji pemahaman kamu. Jawablah pertanyaan berikut.

1. Coba lihat lingkungan yang ada disekitarmu. Sebutkan apa saja komponen biotik dan komponen abiotik yang ada disekitarmu?
2. Apa saja perbedaan antara komponen biotik dan komponen abiotik tersebut? Jelaskan!

Bagian ini memberikan panduan hal-hal yang dapat kamu diskusikan dengan kelompokmu.

Latihan Soal 1

Bagian ini menyediakan latihan soal-soal untuk melatih keterampilan dan kemampuan dalam memahami materi yang telah kamu pelajari.

TAHUKAH KAMU?

Bagian ini memberikan informasi tambahan untuk menambah wawasan kamu yang berupa penerapan kontekstual dalam kehidupan sehari-hari.

RANGKUMAN MATERI

Bagian ini memberikan rangkuman materi yang diuraikan pada setiap sub bab materi. Melalui rangkuman materi ini kamu dapat dengan mudah menangkap butir-butir penting dari materi yang dipelajari.

TES FORMATIF 1

Bagian ini memberikan evaluasi untuk menilai apakah kamu telah memahami materi yang telah dipelajari dengan baik atau tidak.

PENGANTAR

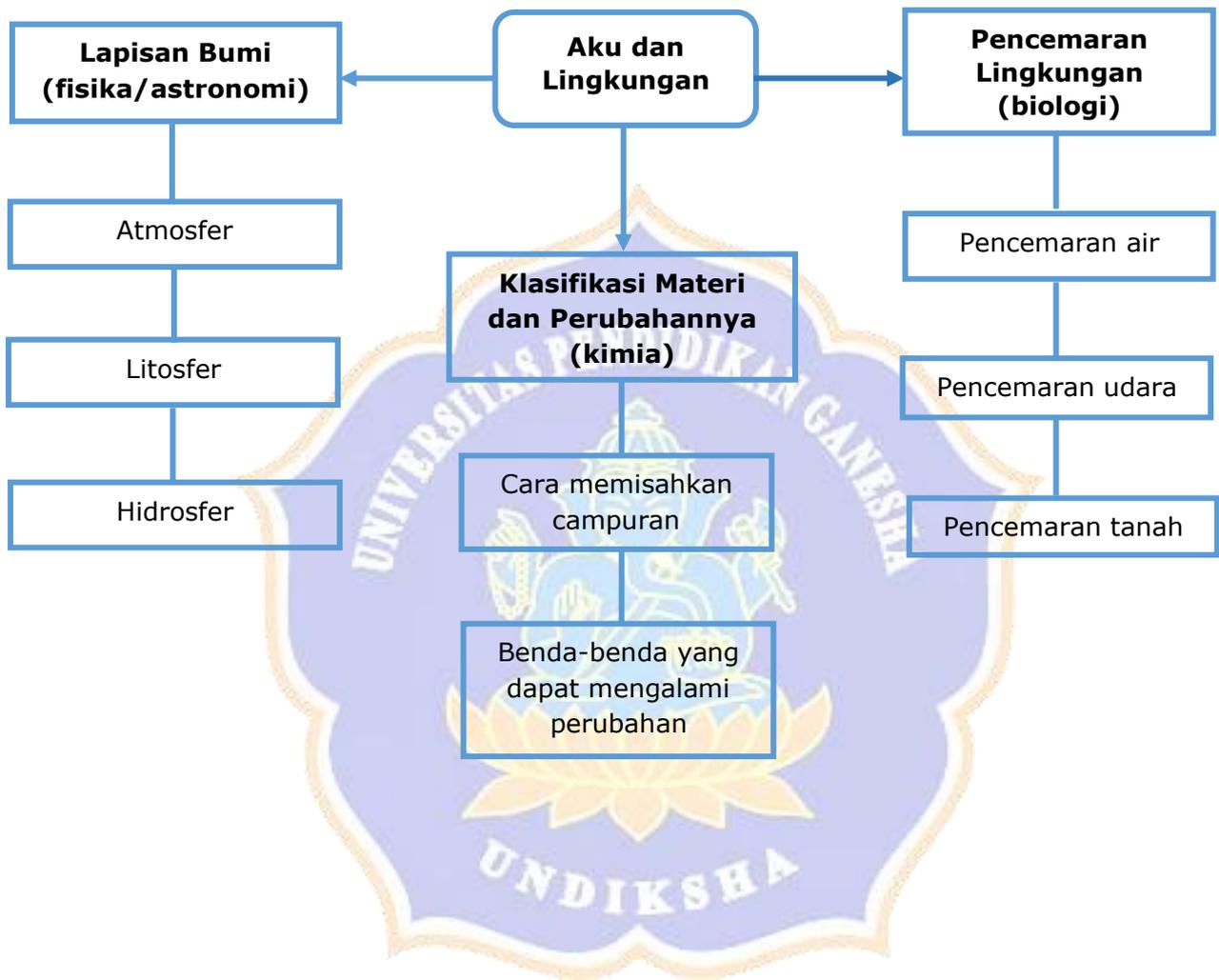
Tema: Aku dan Lingkungan

Bumi merupakan tempat kita hidup dan beraktifitas. Pernahkah kamu mengamati bola dunia (*globe*)? Apakah warna yang dominan pada *globe* tersebut? Kenapa warna biru yang dominan pada *globe* tersebut? Apakah sebenarnya warna biru itu? Nah, perlu kamu ketahui warna biru yang terdapat pada *globe* sama dengan planet bumi kita ini.

Telah kita ketahui bersama bahwa hampir 70% bagian bumi kita berwarna biru. Seolah-olah bumi terselimuti warna biru yang menggambarkan perairan yang ada di bumi. Dengan kata lain, bumi kita ini diselimuti oleh air. Perairan air tersebut seperti laut, samudera, danau, sungai, air tanah dan uap air yang ada di udara.

Air sangat penting bagi kehidupan manusia. Hampir setiap makhluk hidup yang ada di bumi memerlukan air untuk melangsungkan kehidupannya. Seperti yang telah kita ketahui, dalam memenuhi kebutuhan hidupnya manusia seringkali mengorbankan lingkungan. Misalnya, mendirikan pabrik-pabrik yang dalam pengolahan limbah-limbahnya tidak sesuai aturan, lalu membuang limbah-limbah tersebut sembarangan dan pada akhirnya akan menimbulkan pencemaran terhadap air. Oleh karena itu, pentingnya keberadaan air bagi makhluk hidup. Karena itu, mari kita kenali air dan berusaha untuk selalu menjaga kualitas dan kuantitasnya agar ketersediaannya selalu terjaga di bumi ini.

Mari kita pelajari lebih lengkap mengenai penyebab dan dampak pencemaran lingkungan dari bumi pada modul ini! Sebelum masuk ke materi, coba kamu perhatikan bagan yang ada pada halaman berikutnya. Bagan tersebut akan memudahkan kamu untuk mengetahui materi apa saja yang akan kamu pelajari dalam modul ini. Selamat mempelajari!



BAB 1

LAPISAN BUMI

PENDAHULUAN

Apakah kamu pernah mengamati bola dunia (*globe*)? Apakah warna yang dominan pada *globe* tersebut? Kenapa warna biru yang dominan pada *globe* tersebut? Apakah sebenarnya warna biru itu? Dari hasil pengamatan, dapat kita ketahui bahwa warna biru merupakan warna yang dominan. Apakah sebenarnya warna biru itu? Nah, perlu kamu ketahui warna biru yang terdapat pada *globe* sama dengan planet bumi kita ini.

Warna biru menggambarkan perairan yang ada di Bumi. Air sangat penting bagi kehidupan. Hampir setiap elemen kehidupan memerlukan air untuk melangsungkan kehidupannya. Tidak ada makhluk hidup yang dapat hidup tanpa air. Jika semua makhluk di Bumi menggunakan air untuk melangsungkan kehidupannya, apakah air yang ada di Bumi akan berkurang dan habis? Atau jumlah air akan bertambah karena adanya

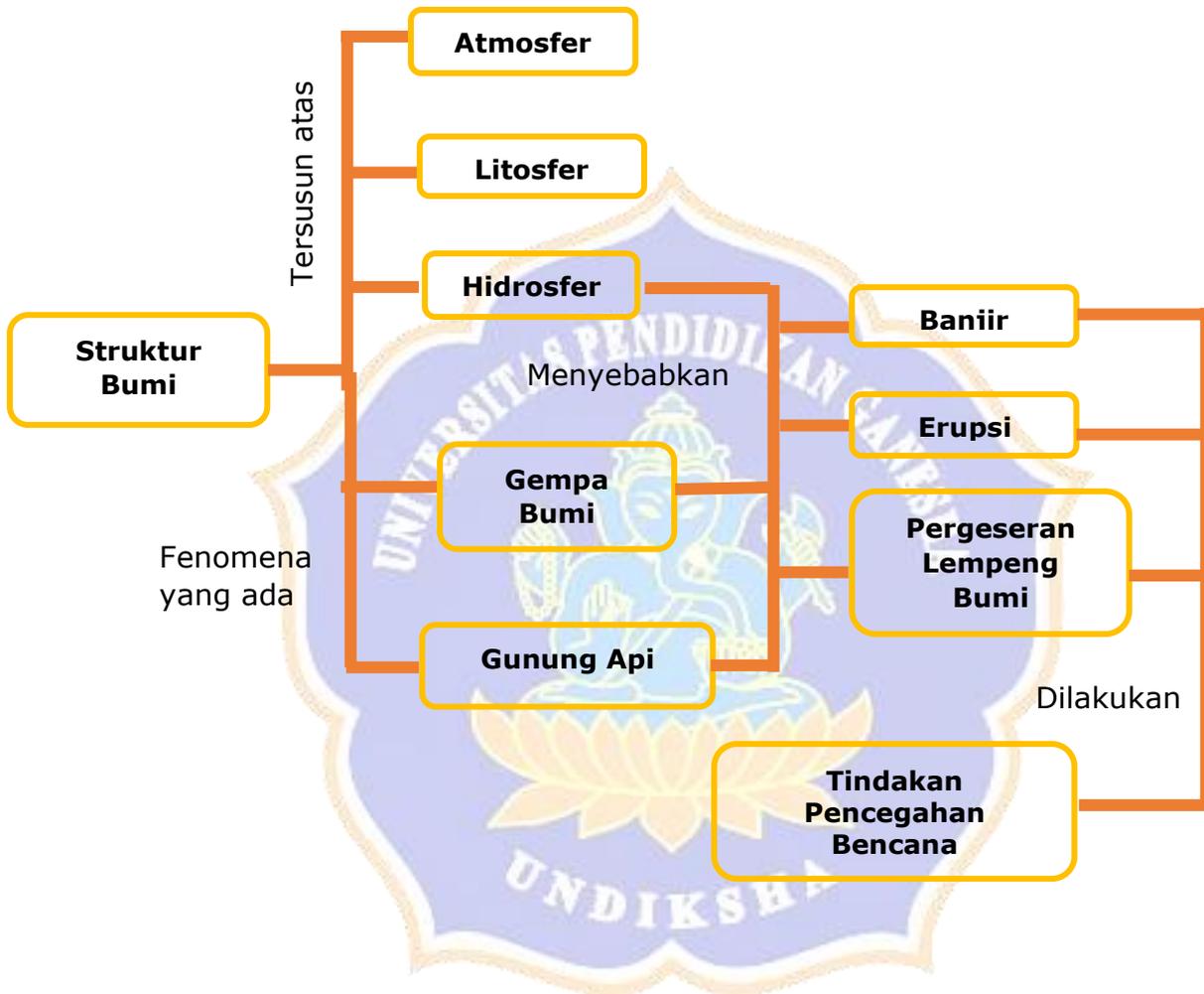
Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar (KD)
3. Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.	3. Menjelaskan lapisan bumi, gunung api, gempa bumi, dan tindakan pengurangan resiko sebelum, pada saat, dan pasca bencana sesuai ancaman bencana di daerahnya.
4. Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.	4. Mengomunikasikan upaya pengurangan resiko dan dampak bencana alam serta tindakan penyelamatan diri pada saat terjadi bencana sesuai dengan jenis ancaman bencana di daerahnya.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu mampu:

1. Mendeskripsikan karakteristik lapisan penyusun bumi.
2. Menjelaskan karakteristik atmosfer.
3. Menjelaskan karakteristik litosfer.
4. Menjelaskan karakteristik gempa bumi serta pengurangan risiko bencananya.
5. Mendeskripsikan karakteristik gunung api serta pengurangan risiko bencananya.
6. Menjelaskan karakteristik hidrosfer serta pengurangan risiko bencananya.

PETA KONSEP



Coba perhatikan gambar di bawah ini



Gambar 1.1 Penampakan bumi

Sumber: <https://www.cnnindonesia.com>
yang diambil dari teleskop Hubble yang diluncurkan *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Bumi memiliki bentuk bulat seperti bola. Seperti yang kita ketahui, bahwa sebuah bola hanya memiliki selimut yang menyelubungi permukaan saja, sedangkan bagian dalamnya kosong.

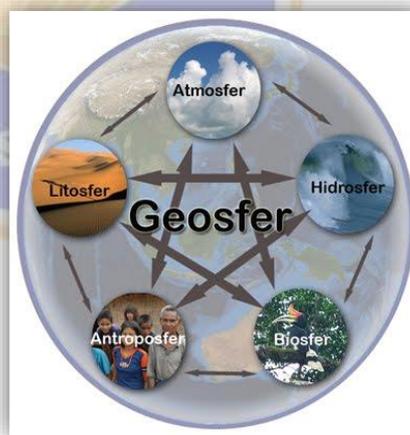
Kata Kunci

- Atmosfer
- Litosfer
- Hidrosfer
- Troposfer
- Stratosfer
- Mesofer
- Termosfer
- Eksosfer
- Kriosfer
- Biosfer

Bumi merupakan planet ketiga dalam sistem galaksi Bima Sakti. Berdasarkan gambar

1. Permukaan Bumi (*Geosfer*)

Secara umum geosfer merupakan lapisan bumi yang terletak pada permukaan atau di bawahnya yang berpengaruh terhadap kehidupan di bumi baik secara langsung maupun tidak langsung geosfer adalah suatu fenomena atau peristiwa yang terjadi di permukaan bumi. Hal tersebut meliputi lapisan *atmosfer*, *litosfer*, *biosfer*, *hidrosfer*, serta *antroposfer*.



Gambar 1.2 Geosfer

Sumber: <https://musmitha.blogspot.com>
Geosfer berasal dari kata *geo* yang berarti wilayah serta *sphere* yang berarti yang menanungi atau yang mengelilingi.



Litosfer merupakan bagian bumi yang terluar, atau biasa disebut sebagai kulit bumi. Pengertian lain dari bagian bumi ini adalah bagian terluar dari lapisan kerak bumi berupa batuan. Batuan di sini sebenarnya bukan saja berupa benda keras seperti batu yang biasa kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, akan tetapi bisa dalam bentuk tanah liat, pasir, kerikil, abu gunung berapi, dan lain sebagainya.

Permukaan bumi maupun planet-planet yang lain diselimuti oleh suatu lapisan gas yang disebut *atmosfer* yang membentang mulai dari permukaan bumi hingga jauh ke luar angkasa. Gejala yang terdapat di lapisan ini terdiri dari berbagai macam unsur cuaca seperti angin, suhu, awan, hujan, kelembaban udara, serta udara.

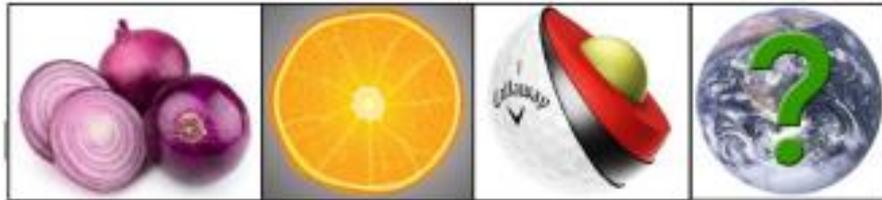
Merupakan bagian dari permukaan bumi yang terdiri dari lapisan air. Beberapa element dari hidrosfer bumi antara lain adalah sungai, danau, laut, gletser, air tanah, serta uap air yang berada di lapisan udara. Hidrosfer memiliki siklus yang dinamakan sebagai siklus hidrologi.

Secara harfiah, *biosfer* merupakan bagian bumi terluar yang mencakup daratan, air, serta udara yang menjadi faktor pendukung utama dari keberlangsungan kehidupan serta proses biotik. Sedangkan menurut geofisiologi, *biosfer* merupakan sistem yang menyatukan seluruh makhluk hidup serta hubungan yang terjadi di antara mereka termasuk interaksinya terhadap unsur litosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi.

Antroposfer merupakan bagian dari geosfer yang menjadi tempat hidup bagi manusia serta memiliki fungsi lingkungan hidup bagi manusia. Contoh dari antroposfer adalah wilayah pedesaan, wilayah perkotaan, lokasi pemukiman, dan lain sebagainya.

2. Struktur dan Lapisan Bumi

Setiap benda memiliki struktur dan lapisannya masing-masing. Misalnya pada bola golf, bawang merah, dan jeruk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Lapisan pada bawang merah, jeruk, bola golf, dan bumi

Sumber: <https://www.kompasiana.com>

Berdasarkan gambar-gambar tersebut ternyata di dalam benda-benda tersebut terdapat beberapa lapisan yang unik dan berbeda. Bagaimana dengan lapisan Bumi? Apakah di dalam perut bumi kita memiliki isi atau kosong? Untuk mengetahui hal tersebut, amatilah video lapisan bumi berikut ini.

Link Video Lapisan Bumi

<https://youtu.be/NTxwiTFvXuc>

Ayo Diskusikan



Lakukanlah kajian pustaka dan diskusi tentang lapisan-lapisan Bumi dengan temanmu. Apakah Bumi terdiri atas lapisan-lapisan tertentu atau tidak?

Berikan pendapatmu. Sertakan pula fakta-fakta yang mendukung pendapat yang kamu ajukan.

Hingga saat ini, Bumi merupakan satu-satunya planet dalam galaksi Bima Sakti yang diketahui mampu menunjang kehidupan. Hal ini disebabkan komponen-komponen pendukung kehidupan tersedia di Bumi, mulai dari air, udara, dan tanah yang merupakan tempat tumbuhnya berbagai tanaman untuk mendukung kehidupan, hal ini termasuk berbagai mineral dan hasil tambang yang dapat dieksplorasi. Beberapa mineral seperti emas, besi, batu bara, dan beberapa mineral lain dieksplorasi dengan menggali hingga kedalaman tertentu. Misalnya, Tambang emas milik PT. Freeport di Papua memiliki kedalaman hingga 1.785 meter. Kedalaman tambang batu bara bervariasi mulai 100-350 meter. Berdasarkan fakta tersebut, kamu dapat mengetahui bahwa pada kedalaman tertentu Bumi memiliki penyusun yang berbeda. Pada bagian dalam Bumi juga tersusun dari sebuah cairan. Untuk mengetahui hal tersebut, amatilah video gunung meletus berikut ini.



Gambar 1.4 Tambang PT. Freeport
Sumber: <https://www.republika.co.id>

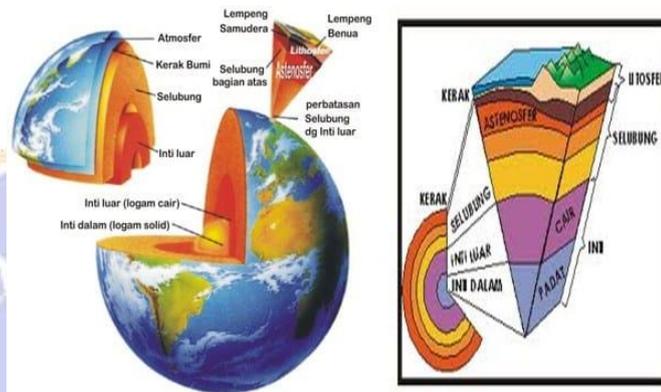
Link Video Gunung Meletus

<https://youtu.be/TN0oEVqAgcU>

Salah satu material yang dimuntahkan saat terjadi letusan gunung berapi adalah lava, yakni magma dari dalam Bumi yang keluar ke permukaan. Berdasarkan fakta tersebut dapat diketahui bahwa jauh di dalam Bumi juga terdapat cairan berupa magma yang menjadi salah satu penyusun Bumi. Dengan demikian, dapat dijelaskan bahwa Bumi berbentuk bola yang memiliki isi di dalamnya.

Pada materi sebelumnya telah kamu ketahui bahwa telur dan bawang merah terdiri atas lapisan-lapisan tertentu di dalamnya. Sama halnya dengan Bumi. Bumi memiliki lapisan-lapisan penyusun mulai dari lapisan paling dalam hingga lapisan terluar. Jika Bumi ini “dibelah”, maka lapisan-lapisan penyusun Bumi akan nampak jelas seperti Gambar 1.5.

Pada Gambar 1.5, Bumi tersusun atas lapisan-lapisan yang terdiri atas atmosfer sebagai lapisan terluar, kemudian ada mantel Bumi, inti luar, dan inti dalam. Bentuk dari lapisan tersebut adalah selimut bola sehingga lapisan yang lebih luar menyelimuti lapisan di dalamnya.



Gambar 1.5 Lapisan bumi

Sumber: www.gurupendidikan.co.id

Secara umum Bumi terdiri atas **3 komponen utama**, yakni komponen gas yang disebut atmosfer, komponen padatan yang disebut litosfer, dan komponen air yang disebut hidrosfer. Selain 3 komponen utama tersebut, Bumi juga memiliki komponen lainnya yaitu, Bumi bagian es disebut kriosfer dan bagian Bumi tempat di mana berlangsungnya kehidupan yang dinamakan biosfer.

A ATMOSFER

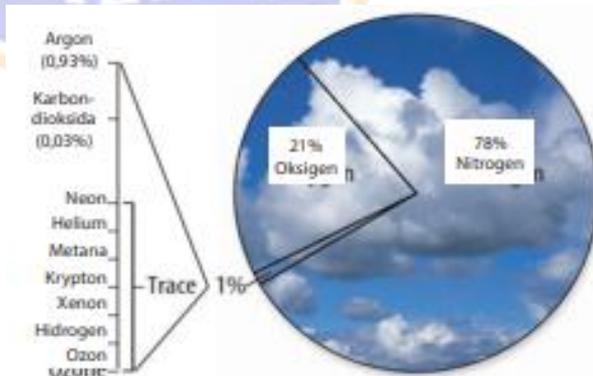
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, diketahui Bumi adalah satu-satunya planet di Bima Sakti yang menunjang adanya kehidupan. Mengapa demikian? Seperti yang telah kamu pelajari bahwa makhluk hidup aerob memerlukan oksigen dari udara untuk bernapas. Udara adalah komponen pendukung kehidupan yang sangat penting. Udara di Bumi ini

terdapat pada bagian atmosfer (*atmosphere*). Atmosfer berasal dari 2 kata Yunani, yakni *atmos* yang berarti uap dan *sphaira* yang berarti lapisan. Jadi, atmosfer adalah lapisan uap yang menyelimuti Bumi.

Atmosfer Bumi terdiri atas campuran dari gas, cairan dan padatan yang menyelimuti Bumi mulai dari permukaan Bumi hingga luar angkasa. Komposisi atmosfer saat ini berbeda dengan komposisi atmosfer pada saat awal terbentuknya. Atmosfer pada awalnya terbentuk dari letusan gunung berapi yang kaya nitrogen dan karbon dioksida, akan tetapi sedikit oksigen. Kemudian, organisme fotosintetik mengolah karbon dioksida menjadi oksigen dan melepaskan oksigen tersebut ke atmosfer sebagai hasil pengolahan makanan yang memanfaatkan cahaya Matahari.

Setelah terdapat oksigen di atmosfer, terbentuklah ozon (O_3). Ozon memiliki peran yang penting bagi keberlangsungan hidup organisme yang ada di Bumi. Ozon melindungi Bumi dari radiasi Matahari yang sangat berbahaya bagi organisme di Bumi. Ozon juga melindungi tumbuhan hijau, sehingga dapat berkembang dan menghasilkan lebih banyak oksigen. Saat ini, berbagai organisme yang hidup di Bumi sangat bergantung dengan banyaknya oksigen di atmosfer. Atmosfer saat ini merupakan campuran dari beberapa gas seperti pada Gambar 1.6. Atmosfer sebagian besar tersusun atas gas nitrogen, yakni sebesar 78%. Oksigen menyusun 21% atas atmosfer. Karbon dioksida, argon, dan beberapa gas lain menyusun sebagian kecil dari atmosfer.

Seiring dengan berjalannya waktu, komposisi atmosfer berubah dalam jumlah yang kecil namun memberi dampak yang besar bagi kehidupan. Misalnya, asap kendaraan, asap pabrik, dan pembakaran bahan bakar



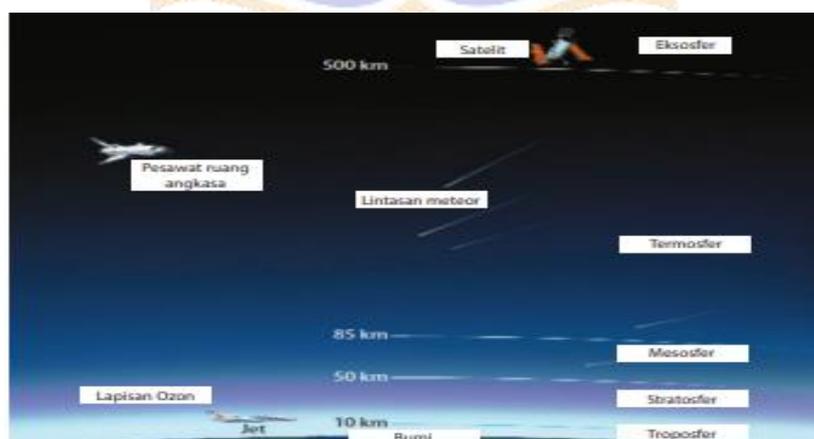
Gambar 1.6 Komposisi gas pada atmosfer

fosil seperti minyak Bumi yang menghasilkan polusi di udara. Polutan (zat pencemar) tersebut akan bereaksi dengan oksigen dan zat kimia lainnya menghasilkan asap. Pembakaran batu bara, minyak Bumi, dan gas alam akan menghasilkan karbon dioksida. Semakin banyak penggunaan bahan bakar fosil akan meningkatkan jumlah karbon dioksida di atmosfer.

Selain gas, pada atmosfer Bumi juga terdapat padatan dan zat cair dalam jumlah yang kecil. Salah satu padatan pada atmosfer adalah debu. Partikel debu menjadi bagian atmosfer karena terbawa angin yang berhembus di permukaan Bumi hingga ke udara. Zat cair pada atmosfer yang sering dijumpai adalah sekumpulan tetesan air yang berbentuk awan. Awan terbentuk karena proses penguapan air di permukaan Bumi, kemudian uap air tersebut menyatu menjadi awan.

1. Lapisan Atmosfer

Ketika kamu menyeduh kopi kemudian membiarkannya sesaat, akan menemukan bahwa pada gelas tersebut terdapat 2 lapisan. Pada lapisan atas memiliki warna lebih cerah dibandingkan lapisan bawah. Layaknya secangkir kopi, atmosfer Bumi juga terdiri atas berbagai lapisan. Terdapat 5 lapisan pada atmosfer yang memiliki karakteristik yang berbeda. Berdasarkan pada Gambar 1.7, urutan lapisan atmosfer dari bawah hingga atas adalah troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer.



Gambar 1.7 Lapisan atmosfer

Sumber: Kemendibud, 2017

Secara garis besar, atmosfer Bumi terbagi menjadi 2 bagian, yakni bagian bawah dan bagian atas. Bagian bawah terdiri atas troposfer dan stratosfer. Bagian atas terdiri atas mesosfer, termosfer, dan eksosfer.

a. Troposfer

Sebagian besar aktivitas makhluk hidup di Bumi, termasuk manusia yang sedang tidur, belajar, dan bermain berada pada lapisan troposfer.

Troposfer merupakan lapisan atmosfer yang berada di bagian paling bawah. Ketinggian troposfer terhitung mulai dari permukaan laut (0 km) hingga 10 km di atas permukaan laut (dpl). Sebagian besar bagian troposfer berbentuk uap air dan 75% terdiri atas gas-gas atmosfer. Troposfer merupakan tempat berlangsungnya sistem Bumi, seperti hujan, angin, salju, dan awan.



Gambar 1.8 Hujan terjadi di lapisan troposfer

Sumber: <https://techno.okezone.com>



Gambar 1.9 Awan yang ada di Troposfer

Sumber:

<https://smp.prasacademy.com>

b. Stratosfer

Coba kamu perhatikan pesawat ketika melintas di udara. Ketika kamu memerhatikan pesawat yang melintas, pesawat tersebut terlihat terbang di atas awan. Namun sebenarnya, pesawat tersebut berada di lapisan stratosfer. Stratosfer memiliki ketinggian antara 10-50 km dpl (Gambar 1.10). Lapisan stratosfer memiliki sedikit awan, namun tidak

ada aktivitas cuaca, sehingga tidak mengganggu penerbangan. Sebagian besar stratosfer terdiri atas gas ozon (O_3) yang akan lebih dibahas detail di bagian selanjutnya.



Gambar 1.10 Pesawat yang mengudara di stratosfer

Sumber: <https://www.edubio.info>

c. Mesofer

Saat melihat fenomena meteor, kamu akan menyaksikan bahwa seolah-olah meteor tersebut melintasi Bumi dan kemudian hilang. Namun yang sebenarnya terjadi adalah meteor sedang menuju Bumi. Akan tetapi meteor tersebut terbakar habis di atmosfer. Dengan demikian, terlihat seolah-olah meteor tersebut melintasi Bumi. Lapisan atmosfer yang membakar habis meteor tersebut adalah mesosfer. Lapisan mesosfer terletak pada ketinggian 50-85 km dpl. Lapisan ini menjadi lapisan pelindung Bumi dari benda-benda luar angkasa. Kebanyakan meteor yang menuju Bumi akan terbakar habis di mesosfer.



Gambar 1.11 Fenomena hujan meteor pada mesofer

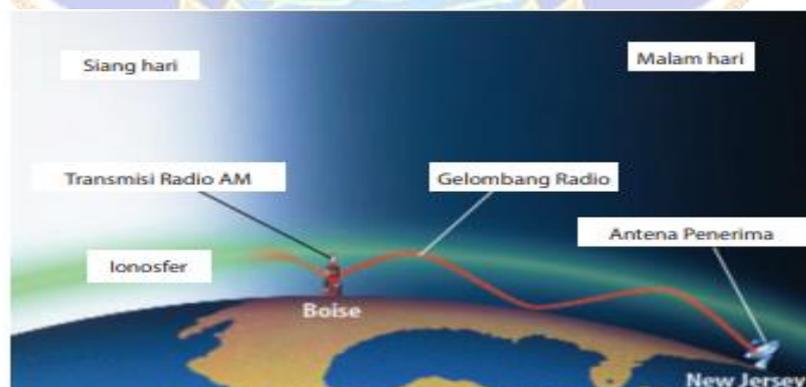
Sumber: <https://www.infobaru.id>

d. Termosfer

Ketika sebuah pesawat ulang-alik milik NASA bersamaan dengan peluncuran teleskop Hubble, pernahkah terpikirkan dimana teleskop Hubble tersebut berada? Apakah masih di dalam Bumi? Teleskop Hubble

milik NASA mengorbit pada lapisan termosfer. Lapisan termosfer memiliki ketinggian antara 85-500 km dpl. Dinamakan termosfer karena suhu yang sangat panas yakni pada lapisan ini mencapai 1.982°C . Selain sebagai tempat mengorbitnya teleskop Hubble dan pesawat ulang-alik, termosfer juga berfungsi sebagai pelindung Bumi dari radiasi ultraviolet.

Pada mesosfer dan termosfer terdapat lapisan yang memiliki partikel ion (bermuatan) yang disebut ionosfer. Ketika kamu mendengarkan radio pada malam hari, siaran radio dari kota lain akan terdengar lebih jelas. Hal ini disebabkan karena adanya lapisan ionosfer. Pada siang hari, energi dari Matahari mengenai partikel pada ionosfer mengakibatkan partikel tersebut menyerap gelombang radio dengan frekuensi AM. Pada malam hari, tanpa energi Matahari, gelombang radio dipantulkan pada ionosfer, sehingga dapat terpancar dengan jarak yang lebih jauh seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1.12 berikut ini.



Gambar 1.12 Pemantulan gelombang radio pada ionosfer

Sumber: Kemendikbud, 2017



Gambar 1.13 Teleskop Hubble
Sumber: Kemendikbud, 2017

TAHUKAH KAMU?



TELESKOP HUBBLE

Sebuah teleskop luar angkasa yang diciptakan oleh Edwin Hubble pada tahun 1985. Lima tahun kemudian teleskop ini di "angkasakan" oleh NASA. Tepatnya tahun 1990. Teleskop dengan massa 11.110 kg ini mengorbit pada ketinggian 559 km. Teleskop Hubble sangat membantu perkembangan ilmu astronomi. Dengan teleskop Hubble para ilmuwan mengobservasi dan mempelajari tentang jagad raya serta objek-objek luar angkasa seperti lubang hitam (*black hole*), galaksi, bintang, dan lain-lain.

(Sumber: Kemendikbud, 2017)

e. Eksosfer

Perhatikan Gambar 1.14 di samping ini. Dimanakah satelit tersebut mengorbit? Apakah masih dalam atmosfer Bumi? Satelit-satelit buatan yang mengitari Bumi tersebut masih berada dalam atmosfer Bumi, tepatnya pada lapisan eksosfer. Lapisan eksosfer terdapat pada ketinggian lebih dari 500 km dpl.

Kandungan utama dari eksosfer adalah gas hidrogen. Jika kamu pernah melihat video atau film tentang penjelajahan luar angkasa, kamu akan menjumpai bahwa pesawat luar angkasa maupun satelit yang mengorbit di eksosfer tidak dapat bergerak bebas seperti



Gambar 1.14 Satelit yang mengorbit bumi pada lapisan eksosfer

Sumber: <http://scied.ucar.edu>

pesawat yang biasa kamu lihat. Hal ini disebabkan eksosfer memiliki sedikit molekul, sehingga gaya tekan udara sangat rendah, dan mengakibatkan sayap dari pesawat luar angkasa tidak berfungsi. Pergerakan dari satelit atau pesawat luar angkasa tersebut bergantung pada mesin pendorongnya.

Setiap lapisan-lapisan atmosfer bumi memiliki karakteristik sebagai berikut:

Tabel 1.1 Lapisan-lapisan Atmosfer Bumi

No.	Nama Lapisan	Lokasi pada Ketingg	Karakteristik
1.	Eksosfer	Di atas 500 km	Tempat mengorbit satelit buatan, memiliki molekul yang sangat sedikit
2.	Termosfer	85-500 km	Tempat mengorbit teleskop Hubble milik NASA, memiliki suhu yang tinggi namun karena molekul udara sangat sedikit jadi objek yang berada di sana tidak terasa panas
3.	Mesofer	50-85 km	Tempat terbakarnya meteor yang menuju bumi, kebanyakan meteor yang menuju bumi akan habis terbakar di mesofer
4.	Stratosfer	10-50 km	Terdapat lapisan ozon (O ₃) untuk melindungi kita dari radiasi sinar ultraviolet, sekaligus tempat melintasnya pesawat udara saat Berada di atas awan
5.	Troposfer	0-10 km	Lapisan atmosfer paling bawah, Tempat aktivitas manusia dan hewan (termasuk burung), tempat berlangsungnya hujan, angin, salju dan awan

* ketinggian setiap lapisan terkadang sedikit berbeda-beda bergantung kepada garis lintang dan musim yang terjadi di permukaan bumi

2. Tekanan Udara

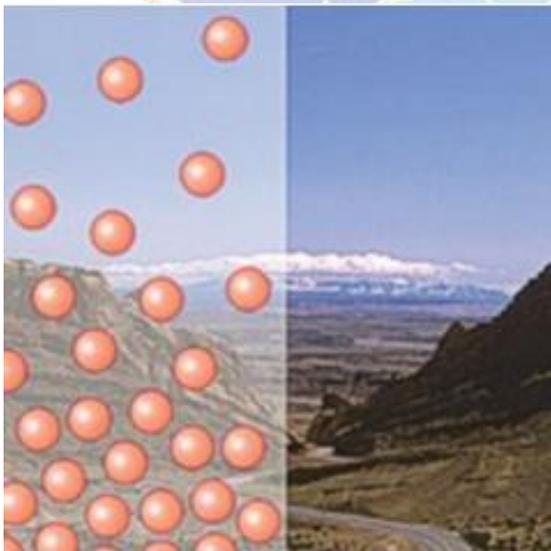
Perhatikan Gambar 1.15 di bawah ini, yaitu permainan panjat pinang. Untuk dapat mencapai puncak pohon pinang tersebut peserta harus saling menopang dari bawah hingga ke atas seperti tampak pada gambar. Pada kondisi tersebut, siapakah yang menahan beban paling besar? Pemain yang ada di atas atau di bawah?



Gambar 1.15 Permainan panjat pinang

Sumber: <https://lifestyle.kompas.com>

Kamu ingat bahwa salah satu sifat zat adalah memiliki massa. Gas yang terdapat di atmosfer juga memiliki massa. Atmosfer menyelubungi Bumi hingga ratusan kilometer di atas permukaan Bumi. Gravitasi Bumi



Gambar 1.16 Tekanan udara menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian

Sumber: Kemendikbud, 2017

akan menghasilkan gaya tarik molekul gas mengarah ke permukaan Bumi, sehingga berat molekul suatu gas akan menekan udara di bawahnya. Akibatnya, molekul udara di dekat permukaan Bumi lebih rapat. Udara yang memiliki kerapatan tinggi ini akan menghasilkan gaya tekan yang besar pula. Gaya yang diberikan pada suatu daerah disebut **tekanan**.

Seperti ilustrasi tentang pemain panjat pinang di atas, tekanan udara di dekat permukaan Bumi juga lebih besar. Besarnya tekanan udara akan berkurang seiring dengan bertambahnya ketinggian atmosfer seperti pada Gambar 1.16. Ketika kamu sedang mendaki gunung, atau berada di daerah pegunungan akan merasakan kesulitan untuk bernapas seperti biasa. Hal tersebut terjadi karena di daerah yang lebih tinggi, jumlah molekul udara termasuk oksigen semakin sedikit.

Ayo Diskusikan



Oksigen di Pegunungan

Atmosfer menyelimuti Bumi hingga ketinggian ratusan kilometer. Akan tetapi, semakin tinggi dari permukaan Bumi, maka jumlah molekul udara semakin berkurang. Jadi, semakin tinggi semakin kecil tekanan udaranya.

Identifikasi Masalah

Gambar 1.17 di bawah ini merupakan grafik hubungan antara ketinggian dengan tekanan udara. Seorang pendaki profesional melakukan pendakian di gunung Jaya Wijaya Papua yang memiliki ketinggian 4.884 meter. Beberapa bulan berselang pendaki tersebut melanjutkan pendakian ke puncak Himalaya yang memiliki ketinggian 8.884 meter. Setelah melakukan pendakian, pendaki akan bercerita bahwa semakin tinggi gunung yang didaki maka semakin sulit pula ia bernapas.



Gambar 1.17 Grafik Hubungan antara Ketinggian dengan Tekanan Udara

Sumber: Kemendikbud, 2017

Analisis Pemecahan Masalah

1. Berdasarkan grafik di atas buatlah perkiraan besarnya tekanan udara di puncak Jaya Wijaya dan puncak Himalaya.
2. Hubungkan hasil perkiraan tekanan udara dengan jumlah molekul yang ada di udara tersebut.



Kegiatan Siswa

Percobaan Menghitung Massa Udara

Tujuan

1. Membuktikan bahwa udara memiliki massa.
2. Mendeskripsikan hubungan antara jumlah udara dengan massa udara.

Alat dan Bahan:

1. Bola sepak
2. Pentil bola
3. Pompa
4. Neraca

Cara Kerja

1. Kosongkan udara di dalam bola dengan menggunakan pentil bola.
2. Timbang massa bola tanpa udara tersebut menggunakan neraca
3. Catat hasil pengukuran yang diperoleh pada tabel pengamatan.
4. Pasang pentil bola pada pompa.
5. Pompa bola sebanyak 3 kali tekanan.
6. Ukur massa bola yang telah dipompa tersebut
7. Catat hasil pengukuran yang diperoleh pada tabel pengamatan.
8. Ulangi cara kerja 4 sampai dengan 7 untuk jumlah tekanan pompa sebanyak 5 kali dan 7 kali.

Tabel 1.2 Tabel Pengamatan Percobaan Menghitung Massa Udara

No.	Jumlah Tekanan Pompa	Massa (gram)
1.	0 (bola kosong)	
2.	3 kali	
3.	6 kali	
4.	9 kali	

Analisis

1. Berdasarkan data yang diperoleh, adakah perbedaan massa bola sebelum dan setelah dipompa? Bagaimana perbedaannya? Coba deskripsikan.
2. Bagaimana besarnya massa benda pada jumlah tekanan pompa sebanyak 3x, 5x, dan 7x?

Simpulan

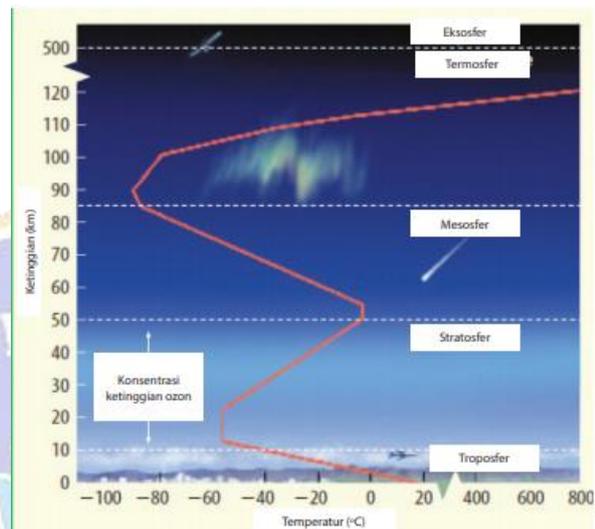
Buatlah sebuah simpulan yang mengacu pada tujuan kegiatan.

3. Suhu di Atmosfer

Matahari merupakan sumber energi terbesar di galaksi Bima Sakti. Energi Matahari dipancarkan dengan cara radiasi ke seluruh sistem galaksi Bima Sakti. Sebelum mencapai permukaan Bumi, radiasi energi Matahari akan melewati atmosfer, oleh atmosfer sebagian energi matahari akan diserap dalam bentuk kalor atau panas. Akan tetapi, tidak semua gas penyusun atmosfer mudah menyerap energi Matahari.

Beberapa lapisan atmosfer tertentu memiliki molekul gas yang sulit menyerap energi Matahari. Dengan demikian, suhu di tiap lapisan atmosfer berbeda seperti yang digambarkan oleh garis merah pada Gambar 1. 18 berikut.

Lapisan troposfer memiliki suhu antara -52°C hingga 17°C . Berdasarkan pada gambar tersebut, bagian terendah dari stratosfer memiliki suhu yang paling hangat. Hal ini terjadi karena permukaan Bumi menyerap energi radiasi Matahari kemudian menyalurkannya ke udara di atasnya.



Gambar 1.18 Perubahan temperatur pada lapisan atmosfer

Sumber: Kemendikbud, 2017

Berbeda dengan lapisan troposfer, suhu di lapisan stratosfer semakin tinggi seiring dengan bertambahnya ketinggian. Hal ini disebabkan adanya ozon. Ozon terdapat di bagian atas stratosfer. Molekul ozon mampu menyerap energi Matahari, sehingga mengakibatkan kenaikan temperatur.

Lapisan mesosfer memiliki karakteristik seperti stratosfer, yakni semakin tinggi maka temperaturnya semakin rendah. Hal ini dikarenakan mesosfer tersusun atas molekul gas yang sulit menyerap energi Matahari.

Lapisan termosfer dan eksosfer merupakan lapisan pertama yang menerima radiasi energi Matahari. Lapisan termosfer dan eksosfer memiliki jumlah molekul yang sedikit. Akan tetapi, molekul pada 2 lapisan ini sangat efektif dalam menyerap energi Matahari. Akibatnya, semakin tinggi ketinggiannya semakin besar pula temperaturnya.

4. Lapisan Ozon

Apakah yang kamu rasakan di Surabaya dan di Bumi pada umumnya adalah radiasi energi maksimal dari Matahari? Matahari merupakan penghasil energi terbesar di galaksi Bima Sakti. Energi yang dihasilkan Matahari dipancarkan dengan cara radiasi. Salah satu bentuk energi radiasi yang dihasilkan Matahari adalah sinar **ultraviolet**. Jika terlalu lama terpapar sinar ultraviolet ini maka dapat merusak kulit dan menyebabkan kanker kulit. Akan tetapi, hanya 50% dari energi radiasi Matahari yang sampai ke permukaan Bumi. Pada kenyataannya, jumlah radiasi ultraviolet yang sampai ke permukaan Bumi hanya 1%, karena 99% radiasi ultraviolet diserap oleh **lapisan ozon**.

Kota Surabaya
Rabu 09.00
Sebagian Besar Cerah



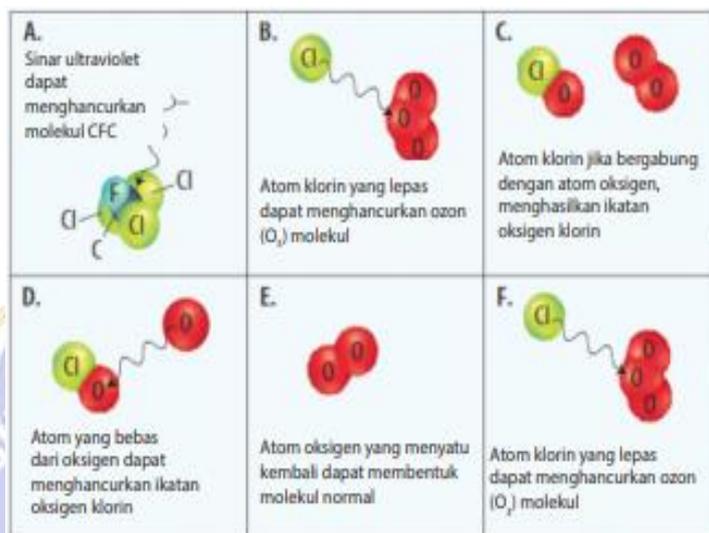
Gambar 1.19 Suhu Kota Surabaya 14 Oktober 2015
Sumber: Kemendikbud, 2017

Lapisan ozon terdapat pada stratosfer pada ketinggian 18-54 km dpl. Ozon tersusun atas oksigen sebagai bahan dasar. Oksigen yang kita hirup memiliki 2 atom oksigen tiap molekulnya. Satu molekul ozon memiliki 3 atom oksigen yang berikatan. Ozon berfungsi untuk menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet yang ada dalam atmosfer. Kandungan ozon dalam stratosfer sangat tinggi, sehingga melindungi Bumi dari radiasi Matahari yang berbahaya. Ozon menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet yang ada dalam atmosfer. Walaupun lapisan ozon tidak terlihat, kehidupan di Bumi bergantung pada keberadaannya.

Konsentrasi ozon di atmosfer berubah-ubah setiap waktu. Salah satu faktor yang memengaruhi konsentrasi ozon adanya gas *Chloroflourocarbon (CFC)*. Gas CFC berasal dari pendingin lemari es, *air conditioner (AC)*, dan parfum. CFC mampu memecah molekul ozon yang

ada di atmosfer. CFC terdiri atas atom carbon (C), Fluor (F), dan Klorin (Cl). Kandungan klorin dari CFC dapat memecah molekul ozon seperti Gambar 1.20 berikut.

Ketika CFC berada di atmosfer, sinar ultraviolet memecah molekul CFC, kemudian atom klorin yang bebas akan mendekati dan memecah molekul ozon. Satu atom oksigen berikatan dengan klorin, sedangkan sisanya membentuk molekul



Gambar 1.20 Proses pemecahan molekul ozon oleh CFC

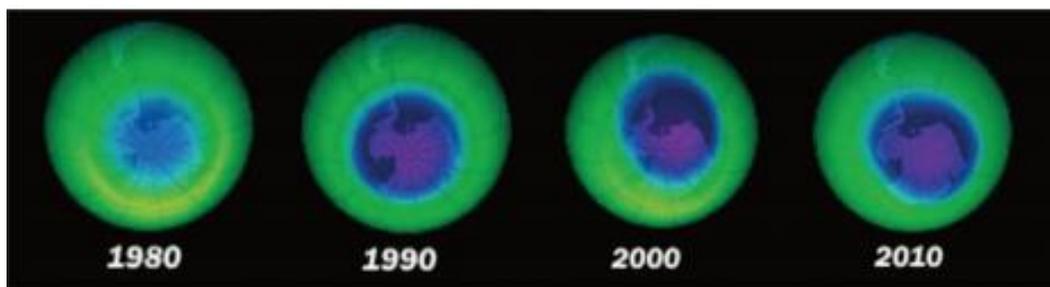
Sumber: Kemendikbud, 2017

oksigen (O_2). Proses tersebut terus berlangsung ketika terdapat klorin di atmosfer. Senyawa yang dibentuk oleh reaksi klorin dan atom oksigen tidak dapat menyerap radiasi Matahari. Akibatnya, akan semakin banyak ultraviolet yang sampai ke permukaan Bumi.

Pemecahan molekul ozon oleh CFC mengakibatkan penurunan konsentrasi ozon secara berkala. Penurunan ozon tersebut terjadi di bagian Kutub Utara (Antartika). Fenomena ini disebut lubang ozon. Pada setiap tahun, konsentrasi ozon pada akhir bulan Agustus atau awal September mulai menurun. Pada bulan Oktober, konsentrasi ozon mencapai titik terendah. Kemudian konsentrasi ozon akan terus naik dan lubang ozon akan hilang pada bulan Desember.

Hasil pengamatan NASA menunjukkan bahwa lubang ozon semakin membesar dari tahun 1980 hingga tahun 2010 yang disajikan pada Gambar 1.21. Pada gambar tersebut, terlihat warna biru tua

menggambarkan konsentrasi ozon yang paling rendah. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa dari tahun 1980-2010 luas atmosfer dengan konsentrasi ozon rendah semakin meluas. Hal ini menunjukkan dampak serius dari penggunaan CFC.



Gambar 1.21 Perubahan lubang ozon

Sumber: Kemendikbud, 2017



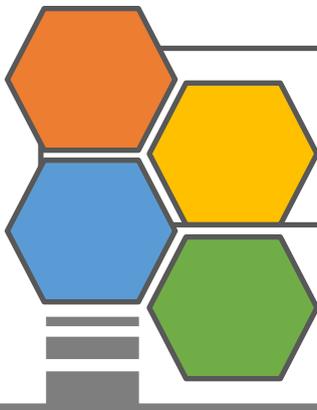
Latihan Soal 1

Jawablah soal di bawah ini dengan benar!

1. Sebutkan 3 komponen utama penyusun bumi!
2. Apa itu atmosfer?
3. Sebutkan 5 lapisan atmosfer secara berurutan!
4. Berilah contoh fenomena alam yang terdapat pada lapisan troposfer!
5. Apa fungsi lapisan ozon bagi bumi?

RANGKUMAN MATERI

1. Bumi terdiri atas lapisan-lapisan penyusun, baik yang tersusun atas padat, cair, maupun gas.
2. Atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelimuti Bumi.
3. Atmosfer tersusun atas lapisan-lapisan, antara lain Troposfer, Stratosfer, Mesosfer, Termosfer, dan Eksosfer.
4. Udara yang ada di atmosfer memiliki sebuah tekanan udara yang menekan permukaan Bumi.
5. Besarnya tekanan udara menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian suatu tempat.
6. Di atmosfer terdapat lapisan ozon yang melindungi Bumi dari radiasi sinar ultraviolet.



TES FORMATIF 1

ATMOSFER

I. Pilihan Ganda

1. Lapisan bumi diselimuti oleh lapisan gas yang biasa disebut
 - A. Geosfer
 - B. Hidrosfer
 - C. Antroposfer
 - D. Atmosfer
2. Para ilmuwan berhipotesis bahwa pusat bumi terdiri dari material padatan alloy besi dan nikel. Dasar pemikiran pembuatan hipotesis tersebut adalah
 - A. Hasil perbandingan planet bumi dengan planet lainnya.
 - B. Hasil pengukuran massa jenis permukaan bumi yang tidak sesuai dengan volumenya apabila pusat bumi terdiri dari susunan yang serupa dengan permukaannya.
 - C. Hasil pengeboran ke dalam perut bumi sehingga dapat diketahui bahan-bahan penyusunnya.
 - D. Hasil pengukuran keliling bumi yang dilakukan oleh Eratosthenes dengan menggunakan tongkat.
3. Lapisan ionosfer berada pada lapisan
 - A. Troposfer dan Mesosfer
 - B. Termosfer dan Eksosfer
 - C. Mesosfer dan Termosfer
 - D. Eksosfer saja

- 
4. Atmosfer bumi sangat penting untuk dunia penerbangan saat ini. Pesawat terbang yang kita lihat terbang di udara tersebut sebenarnya berada pada lapisan
- A. Mesofer
 - B. Statosfer
 - C. Trofosfer
 - D. Eksosfer
5. Lapisan ozon dapat mengalami terganggu konsentrasinya karena adanya gangguan gas yang mampu memecah molekul ozon di atmosfer. Gas yang dapat merusak lapisan ozon tersebut adalah
- A. CFC
 - B. NH₃
 - C. CO₂
 - D. CO
- 

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif 1

1. Setelah kamu selesai mengerjakan Tes Formatif 1 ini, silahkan cocokkan jawaban kamu dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat kamu capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang kamu peroleh kurang dari 75 (d disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan), kamu harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan pada buku catatan kamu

- bagian mana saja yang masih belum kamu pahami untuk kemudian kamu dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
3. Jika tingkat penguasaan yang kamu peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, kamu dapat melanjutkan ke materi selanjutnya.



B

Litosfer



Gambar 1.22 Tanah memiliki lapisan dengan struktur yang berbeda

Sumber: Kemendikbud, 2017

Perhatikan Gambar 1.22 di samping. Bagaimanakah struktur tanah pada Gambar 1.22 tersebut? Dari gambar terlihat bahwa tanah memiliki lapisan-lapisan tertentu. Bagaimana dengan struktur tanah pada setiap lapisan? Kamu juga dapat melihat bahwa setiap lapisan tanah memiliki struktur tanah yang berbeda. Pada bagian atas merupakan tanah humus

yang dapat digunakan untuk bercocok tanam. Pada bagian tengah terdapat tanah dengan struktur yang lebih keras. Pada lapisan ketiga tanah tersebut tersusun dari bebatuan keras. Dengan demikian, kamu dapat mengetahui bahwa tanah di Bumi memiliki lapisan-lapisan tertentu dengan struktur tanah dan batuan yang berbeda.

Dalam ilmu pengetahuan alam (IPA) tentang kebumihan, tanah atau bebatuan yang ada di Bumi disebut **Litosfer**. Litosfer berasal dari bahasa Yunani yakni *lithos* (batuan) dan *sphaira* (lapisan). Jadi, litosfer merupakan lapisan batuan yang ada di Bumi. Dalam pengertian luas, litosfer diartikan sebagai seluruh bagian padat Bumi, termasuk intinya. Struktur padat Bumi terdiri atas kerak Bumi, mantel, dan inti Bumi.

Masing-masing struktur padat Bumi tersebut dibedakan lagi menjadi bagiannya masing-masing. Kerak Bumi dibedakan menjadi kerak benua dan kerak samudra. Kerak benua merupakan kerak Bumi yang berada di daratan.

Kerak samudra merupakan kerak Bumi yang berada di dalam laut. Mantel Bumi terdiri atas mantel atas dan mantel bawah. Inti Bumi dibedakan menjadi 2, yakni inti luar yang berupa cairan pekat dan inti dalam yang bersifat pekat hampir menyerupai padatan. Berdasarkan struktur Bumi, ada dua teori mendasar yang perlu kamu pelajari, yaitu teori tektonik lempeng serta teori gempa bumi, dan gunung berapi.

1. Teori Tektonik Lempeng

Perhatikan peta dunia pada Gambar 1.23 dibawah ini. Jika kamu memotong gambar masing-masing benua yang ada, kemudian menyatukannya kembali, apakah yang terjadi? Ternyata potongan benua tersebut akan membentuk kesatuan seperti sebuah *puzzle*.



Gambar 1.23 Peta dunia

Sumber: <https://pixabay.com>

Berdasarkan fakta tersebut, seorang ahli meteorologi asal Jerman bernama Alfred Wegener mengajukan sebuah teori yang dikenal dengan teori pergerakan benua (*continental drift*). Dalam teorinya, Wegener menjelaskan bahwa pada zaman dahulu, semua benua di Bumi menyatu membentuk sebuah daratan yang sangat luas (*Pangeae*). Sekitar 200 juta tahun lalu benua tersebut terpisah dan bergerak menjauh secara perlahan.



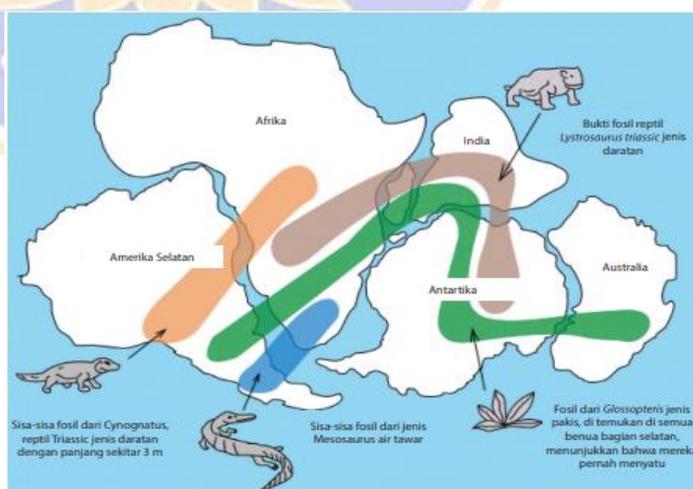
Gambar 1.24 Ilustrasi benua yang menyatu membentuk Pangeae

Sumber: Kemendikbud, 2017

Selain fakta benua yang ada di Bumi seperti puzzle, penemuan fosil juga mendukung teori pergerakan benua. Salah satu buktinya dengan adanya penemuan fosil *Mesosaurus* di Amerika Selatan dan di Afrika. merupakan jenis reptil yang hidup di darat dan di air tawar. Wegener beranggapan bahwa *Mesosaurus* tidak mungkin berenang di samudra untuk sampai ke benua lain. Oleh karena itu, Wagener beranggapan bahwa *Mesosaurus* hidup di benua tersebut pada saat benua masih menyatu.

Selain fosil *Mesosaurus* penemuan fosil lainnya juga mendukung teori pergerakan lempeng. Beberapa penemuan fosil tersebut, antara lain (a) Fosil *Cynognathus* yang ditemukan di Amerika Selatan dan Afrika, (b) Fosil *Lystrosaurus* yang ditemukan di Afrika, India, dan Antartika, (c) Fosil *Glossopteris* tumbuhan yang ditemukan di Amerika Selatan, Afrika, India, Antartika, dan Australia.

Jika benua pernah menyatu, maka bebatuan yang menyusun benua tersebut akan memiliki kesamaan. Misalnya, struktur bebatuan pegunungan *Applachian* di Amerika Serikat memiliki kesamaan dengan batuan di Greenland dan Eropa Barat. Selain itu, struktur batuan di Amerika Selatan dan Afrika juga memiliki kesamaan. Kesamaan struktur batuan juga salah satu fakta pendukung bahwa benua pernah menyatu. Akan tetapi, teori pergerakan benua yang diajukan Wegener tidak dapat menjelaskan bagaimana benua berpisah dan bergerak menjauh. Oleh karena



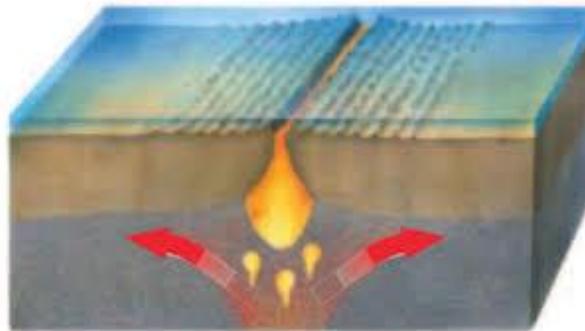
Gambar 1.25 Penyebaran penemuan fosil *Cynognathus*, *Lystrosaurus*, dan *Glossopteris*

Sumber: <https://www.pembelajaranmu.com>

itu, teori pergerakan benua Wagener ditolak oleh para ahli pada saat itu.

Pada awal tahun 1960, seorang ilmuwan dari Princeton University yang bernama Harry Hess mengajukan teori yang bernama *Seafloor Spreading* atau pergerakan dasar laut. Hess menjelaskan bahwa di bawah kerak Bumi tersusun

atas material yang panas dan memiliki massa jenis yang rendah. Akibatnya, material tersebut naik ke punggung kerak samudra. Kemudian material bergerak ke samping bersama dasar kerak samudra, sehingga bagian dasar kerak samudra



Gambar 1.26 Dasar kerak samudra yang menjauh dari punggung kerak samudra

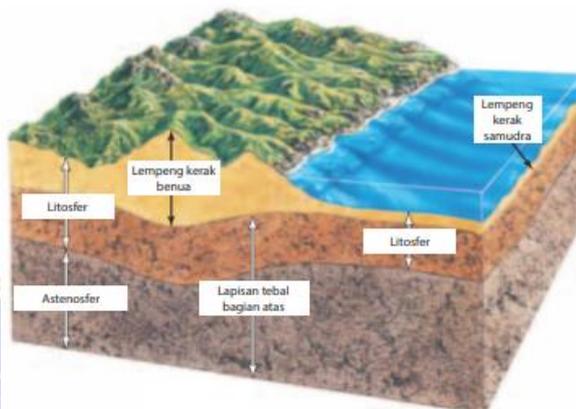
Sumber: <https://docplayer.info>

tersebut menjauh dari punggung kerak samudra dan membentuk sebuah patahan. Proses tersebut diilustrasikan pada Gambar 1.26.

Karena dasar kerak samudra menjauh sehingga terbentuk patahan, maka magma akan naik ke atas dan mengisi patahan tersebut. Magma yang telah sampai ke patahan akan mendingin dan membentuk kerak yang baru.

Teori *seafloor spreading* ini mampu menjelaskan bagaimana proses terbentuknya lembah maupun gunung bawah laut. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian ternyata usia batuan dasar laut dengan kapal *Glomar Challenger* (1968) juga memperkuat teori ini. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa usia batuan pada punggung kerak samudra lebih tua dari usia batuan pada dasar kerak. Hal ini menunjukkan bahwa batuan di punggung kerak samudra baru terbentuk karena efek *seafloor spreading*.

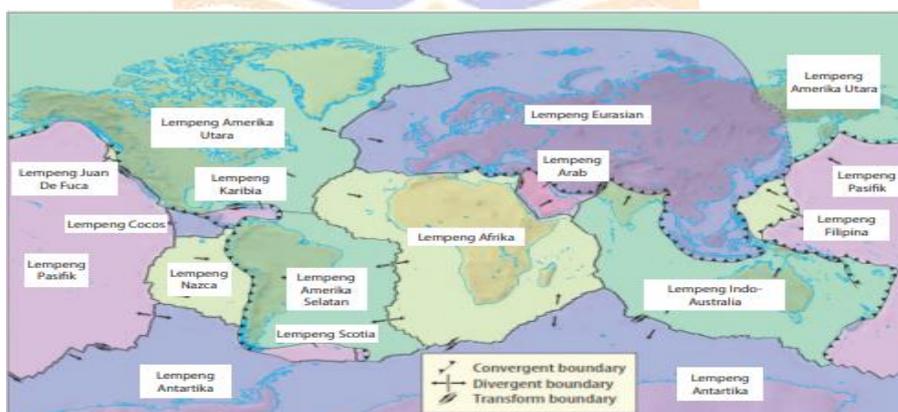
Sekitar tahun 1960, para ilmuwan mengembangkan sebuah teori berdasarkan teori *continental drift* dan *seafloor spreading*. Teori ini disebut teori tektonik lempeng. Berdasarkan teori ini, kerak Bumi dan bagian atas dari mantel Bumi terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian ini disebut lempeng. Lempeng bersifat plastis dan dapat bergerak di lapisan ini. Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas mantel Bumi, seperti terlihat pada Gambar 1.27.



Gambar 1.27 Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas matel bumi
 Sumber: <https://www.bukusekolah.net>

Berdasarkan teori tektonik lempeng, bagian luar Bumi tersusun atas litosfer yang dingin dan kaku (lempeng) serta tersusun oleh astenosfer. Astenosfer bersifat plastis yang berada di bawah lempeng. Akibatnya, lempeng seolah-olah mengapung dan bergerak di atas astenosfer.

Ketika lempeng bergerak, akan terjadi interaksi antarlempeng. Lempeng dapat bergerak saling menjauh dan memisah. Selain itu, lempeng juga bisa saling mendekat hingga terjadi tubrukan antarlempeng. Jenis pergerakan lempeng tersebut dapat diamati pada Gambar 1.28.

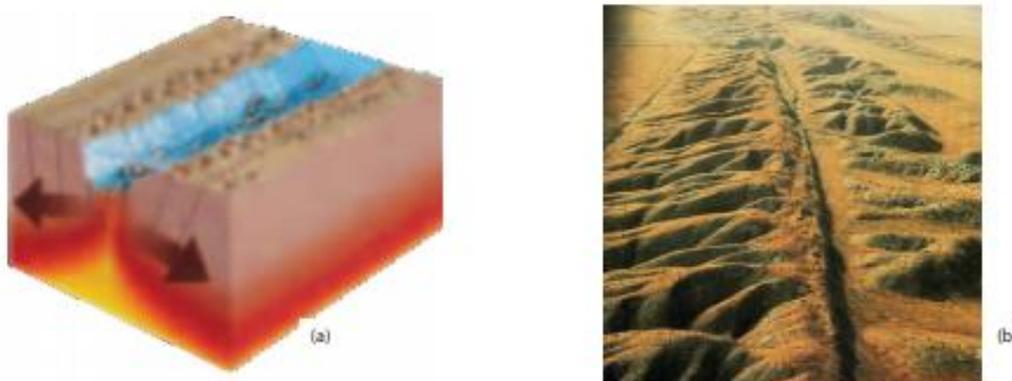


Gambar 1.28 Diagram lempeng di dunia beserta jenis pergerakannya

Sumber: <https://www.kompas.com>

Pergerakan sebuah lempeng akan mengakibatkan perubahan pada lempeng lainnya. Berbagai lempeng yang ada di atas dapat bergerak secara terpisah dan juga bersamaan.

Apabila 2 lempeng bergerak saling menjauh, lempeng tersebut bersifat *divergent*. Jika kamu amati pada Gambar 1.28, lempeng Indo-Australia bergerak menjauh dari lempeng Antartika. Selain itu, lempeng Amerika Utara juga bergerak menjauh dari lempeng Eurasia. Adanya pergerakan *divergent* ini akan mengakibatkan peristiwa patahan/retakan (Gambar 1.29). Salah satu patahan yang terbesar di dunia adalah patahan San Andreas di California Amerika Serikat yang panjangnya 1.300 km.

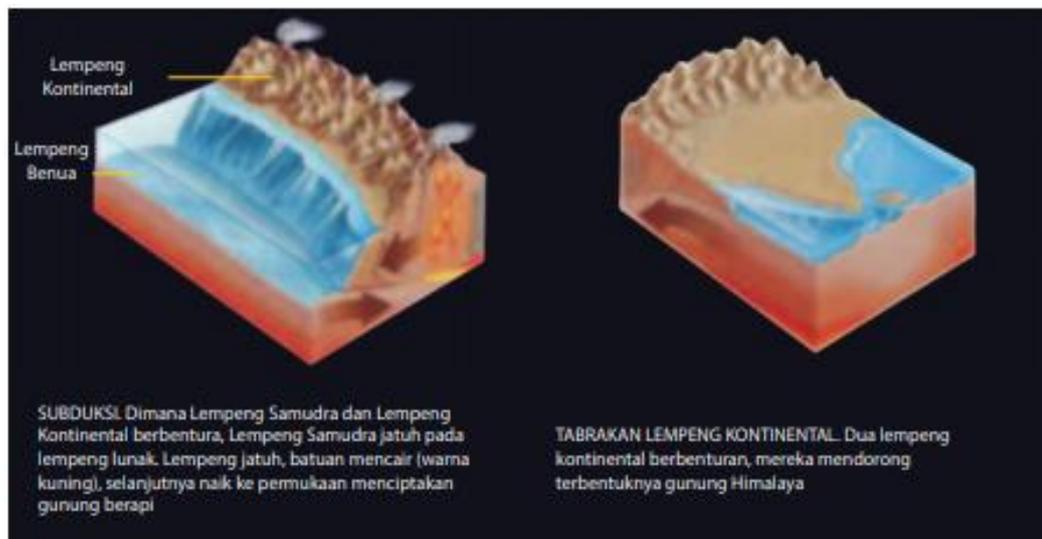


Gambar 1.29 Proses terjadinya patahan (a), dan patahan San Andreas (b)

Sumber: <https://wirahadie.com>

Jika terdapat 2 lempeng yang saling mendekat, maka pergerakan tersebut disebut *convergent*. Beberapa lempeng yang bergerak konvergen antara lain, lempeng Indo-Australia dengan lempeng Filipina serta lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng secara konvergen akan mengakibatkan tabrakan antarlempeng. Akibatnya terjadi fenomena Subduksi dan tabrakan antarbenua. Subduksi merupakan hasil tabrakan lempeng Samudra dengan lempeng Benua yang mengakibatkan lempeng Samudra menyusup ke bawah lempeng Benua seperti pada Gambar 1.30. Salah satu akibatnya adalah terbentuknya palung laut.

Tabrakan antarbenua terjadi ketika kerak benua bergerak saling mendekat. Salah satu fakta terjadinya tabrakan antarbenua adalah terbentuknya pegunungan Himalaya. Pegunungan Himalaya terbentuk karena ada 2 lempeng benua yang bertabrakan, sehingga mengakibatkan salah satu kerak benua terdorong ke atas dan membentuk pegunungan.



Gambar 1.30 Subduksi dan tabrakan antar lempeng benua

Sumber: <https://www.bukusekolah.net>

Penyebab Terjadinya Pergerakan Lempeng Tektonik

Coba perhatikan dan amati ketika kamu memasak air hingga mendidih. Apa yang akan terjadi? Berdasarkan prinsip kalor, ketika air dipanaskan maka air di dasar panci akan berubah menjadi uap air (gelembung) yang massa jenisnya lebih kecil. Karena massa jenis uap air lebih kecil dibandingkan air, maka udara akan bergerak naik ke permukaan. Sesampainya di permukaan, suhu uap air akan turun sehingga akan kembali ke wujud air (Gambar 1.31). Hal tersebut terus



Gambar 1.31 Proses konveksi pada air yang dipanaskan

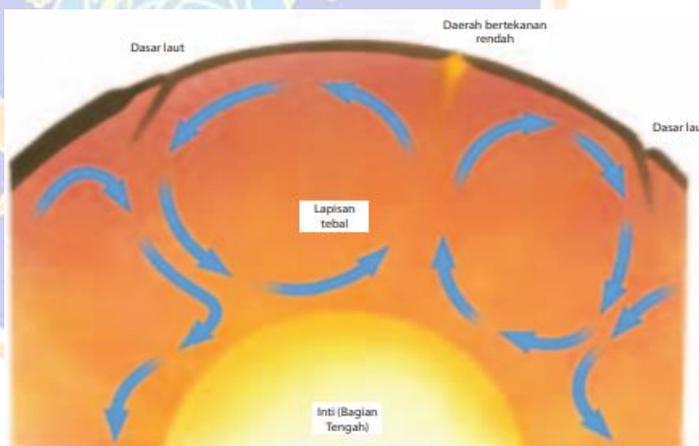
Sumber:

<https://www.bukusekolah.net>

berlangsung jika air dipanaskan. Perpindahan kalor tersebut dinamakan konveksi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa Wegener belum dapat menjelaskan bagaimana lempeng bergerak. Akan tetapi, dengan adanya teknologi yang ada saat ini para ilmuwan telah menemukan beberapa penjelasan tersebut. Salah satu teori yang diajukan ilmuwan adalah terjadinya perpindahan panas dari inti Bumi ke lapisan mantel secara konveksi. Hal ini mirip seperti peristiwa mendidihnya air yang dimasak.

Inti Bumi yang memiliki suhu hingga 6.000°C akan memanaskan material mantel Bumi bagian bawah, sehingga massa jenis material tersebut berkurang. Akibatnya, material tersebut bergerak naik dari dasar ke permukaan mantel. Sesampainya di permukaan, material tersebut akan mengalami penurunan suhu, sehingga massa jenis material akan bertambah. Karena massa jenisnya bertambah, maka material tersebut akan turun ke dasar mantel. Di dasar mantel, material tersebut akan terkena panas Bumi kembali, sehingga proses konveksi terjadi terus menerus seperti pada Gambar 1.32.



Gambar 1.32 Proses konveksi yang terjadi di dalam bumi

Sumber: <https://smp.prasacademy.com>

Berdasarkan teori ini, ilmuwan berhipotesis bahwa konveksi inti Bumi menyebabkan pergerakan lempeng.

Berdasarkan penjelasan di atas, kamu dapat mengetahui bahwa Bumi merupakan planet yang dinamis dengan bagian inti yang panas. Panas dari inti Bumi akan berpindah secara konveksi, sehingga mengakibatkan pergerakan lempeng. Ketika lempeng bergerak, maka

akan terjadi interaksi antarlempeng. Interaksi tersebut dapat membentuk sebuah palung laut, pegunungan, maupun sebuah gunung berapi. Ketika lempeng bergerak, maka sebuah energi akan dilepaskan berupa gelombang seismik atau yang dikenal dengan gempa. Kamu dapat melihat efek dari pergerakan lempeng di daerah pegunungan, erupsi gunung berapi, atau sebuah tempat yang berubah setelah terjadi gempa atau aktivitas gunung berapi.



Kegiatan Siswa

Simulasi Konveksi Inti Bumi

Tujuan

Mensimulasikan proses konveksi yang terjadi di inti Bumi

Alat dan Bahan:

1. Gelas kimia 1.000 mL atau panci bening
2. Kaki tiga dan kasa
3. Pembakar spiritus/bunsen
4. Pewarna makanan
5. Kertas HVS
6. Gunting

Cara Kerja

1. Gambar bentuk benua pada kertas HVS.
2. Potong kertas tersebut sehingga membentuk sebuah benua.
3. Isi gelas kimia atau panci bening dengan air sebanyak 800 mL.
4. Letakkan kasa di atas kaki tiga.
5. Nyalakan api pada pembakar spiritus/bunsen dan meletakkannya di bawah kaki tiga.
6. Panaskan gelas kimia/panci bening di atas kaki tiga dan kasa.
7. Teteskan pewarna makanan ke dalam air.
8. Letakkan potongan kertas di permukaan air.
9. Amati perubahan yang terjadi hingga air mendidih dan catat hasil pengamatannya di buku tugasmu.

Analisis

1. Gambarkan proses yang terjadi pada percobaan tersebut.
2. Bagaimana posisi potongan kertas sebelum dan sesudah air mendidih? Mengapa demikian? Jelaskan.

2. Gempa Bumi dan Gunung Berapi

a. Gempa Bumi

Untuk memahami tentang gempa bumi, kamu dapat melakukan kegiatan berikut.

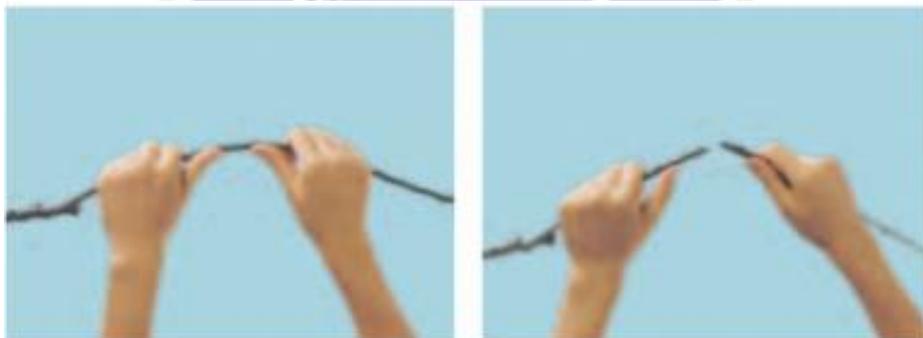
Ayo Diskusikan

?



Ambillah sebuah ranting yang jatuh dari pohonnya. Kemudian bengkokkan ranting tersebut secara perlahan. Berhentilah membengkokkan sebelum ranting tersebut patah. Amati yang terjadi. Kemudian, bengkokkan kembali ranting tersebut secara perlahan hingga patah. Apa yang kamu rasakan?

Jika kamu membengkokkan secara perlahan, kamu akan menemukan bahwa ranting dapat kembali ke bentuk normal apabila kamu berhenti membengkokkan ranting tersebut. Namun, jika kamu terus membengkokkan ranting secara perlahan maka ranting akan patah, seperti pada Gambar 1.33. Ketika ranting patah, kamu dapat merasakan ada getaran pada ranting tersebut.



Gambar 1.33 Ketika ranting dibengkokkan secara perlahan hingga patah akan terasa getaran pada ranting

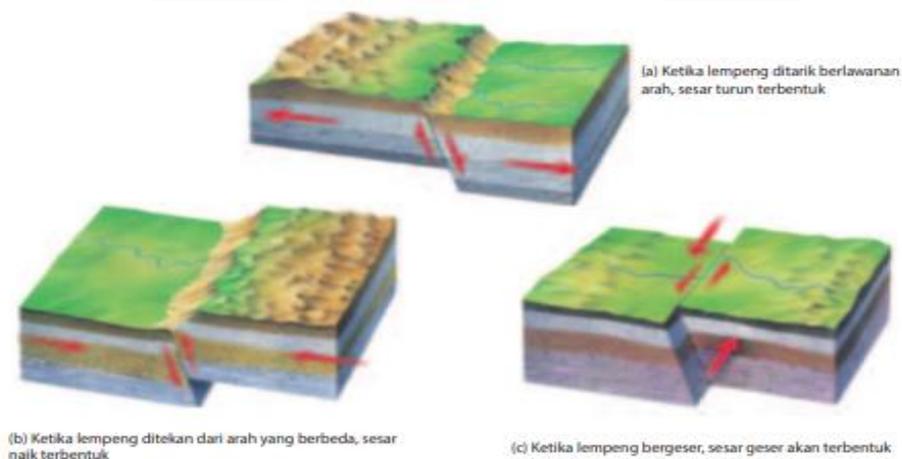
Sumber: <https://www.bukusekolah.net>

Pergerakan lempeng memberikan efek getaran yang sama seperti mematahkan ranting. Ketika terdapat gaya yang cukup besar yang

berasal dari pergerakan lempeng, maka bebatuan di lempeng akan menegang. Akibatnya, lempeng tersebut berubah bentuk. Bahkan, lempeng dapat patah atau kembali ke bentuk semula jika gaya tersebut hilang.

Batuan pada lempeng mengalami perubahan bentuk atau deformasi secara perlahan dalam jangka waktu tertentu. Ketika batuan tersebut mengeras/ menegang maka energi potensialnya terus bertambah. Ketika lempeng bergerak atau patah, maka energi tersebut dilepaskan. Energi tersebut mengakibatkan terjadinya getaran yang merambat melalui material Bumi lainnya. Getaran ini disebut gempa Bumi. Semakin besar energi yang dilepaskan, maka getarannya akan semakin terasa.

Ketika lempeng patah menjadi 2 bagian, maka masing-masing bagian akan bergerak menjauh. Daerah lempeng yang patah tersebut dinamakan *fault* (patahan/sesar). Sesar yang terjadi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, bergantung pada bagaimana sebuah gaya bekerja pada lempeng.



Gambar 1.34 Jenis sesar berdasarkan gaya yang bekerja

Sumber: <https://www.pembelajaranmu.com>

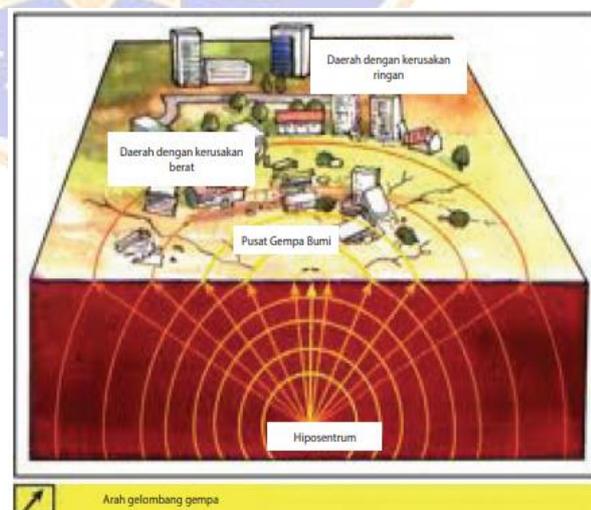
Ketika sebuah lempeng ditarik berlawanan oleh sebuah gaya, maka akan terbentuk sesar normal seperti pada Gambar 1.34a. Pada sesar normal, struktur batuan lempeng yang ada di atas sesar akan bergeser turun dibandingkan struktur batuan lempeng yang ada di bawah sesar.

Sebuah gaya yang mendorong lempeng saling mendekat akan menekan lempeng tersebut dari arah yang berlawanan. Gaya dorong ini menyebabkan struktur batuan lempeng di bagian atas sesar bergerak naik. Fenomena ini disebut *reverse fault* (sesar terbalik) seperti pada Gambar 1.34b.

Sebuah gaya geser yang bekerja pada lempeng akan membentuk *strike-slip fault* (sesar geser). Gaya geser mengakibatkan lempeng di kedua sisi sesar geser bergerak berlawanan pada permukaan Bumi. Fenomena tersebut diilustrasikan pada Gambar 1.34c.

Ketika kamu membengkokkan ranting secara perlahan hingga patah, maka kamu akan merasakan ada getaran di sepanjang ranting. Getaran tersebut bersumber dari patahan kayu yang dibuat. Kemudian, getaran merambat sepanjang ranting hingga terasa di tangan. Sama halnya dengan patahnya ranting, ternyata gempa Bumi juga melepaskan gelombang (getaran yang merambat). Gelombang ini merambat sepanjang permukaan Bumi dan gelombang gempa Bumi disebut **gelombang seismik**.

Pergerakan lempeng di sepanjang sesar melepaskan sebuah energi. Energi ini merupakan energi potensial saat lempeng terkena gaya.



Gambar 1.35 Letak hiposentrum dan episentrum sebuah gempa

Sumber: <https://geograph88.blogspot.com>



Kemudian, energi potensial tersebut merambat dalam bentuk gelombang seismik. Sebuah titik pada kedalaman Bumi yang menjadi pusat gempa disebut **hiposentrum**. Permukaan Bumi yang berada di atas hiposentrum disebut **episentrum**. Dua titik tersebut diilustrasikan seperti pada Gambar 1.35.

Saat terjadi pergerakan lempeng, gelombang seismik muncul di hiposentrum. Kemudian gelombang tersebut merambat dari hiposentrum ke segala arah seperti yang diilustrasikan Gambar 1.35. Gelombang seismik merambat ke bagian dalam Bumi serta ke permukaan Bumi. Gelombang yang merambat di permukaan Bumi menyebabkan kerusakan saat terjadi gempa.

Gelombang seismik yang merambat di bagian dalam Bumi dibedakan menjadi gelombang primer dan sekunder. Gelombang primer (*p-wave*) bergerak melalui material batuan. Partikel batuan akan bergetar searah dengan arah rambat gelombang seismik. Dengan kata lain, gelombang primer merupakan gelombang longitudinal. Gelombang sekunder (*s-wave*) merambat melalui batuan dengan menggetarkan partikel batuan tegak lurus dengan arah rambat gelombang seismik. Gelombang sekunder merupakan gelombang transversal. Gelombang lainnya merambat di permukaan Bumi dengan menggetarkan batuan dan tanah sejajar permukaan Bumi. Gerakan tersebut dapat menghancurkan bangunan yang ada di atasnya.

Gelombang seismik di permukaan Bumi merambat pelan dan memiliki kekuatan penghancur yang besar. Perambatan gelombang di permukaan Bumi begitu kompleks. Beberapa gelombang merambat di permukaan Bumi dengan cara menggerakkan batuan dan tanah seperti ombak.

Ilmu yang mempelajari tentang gempa Bumi adalah **seismologi**. Ilmuwan yang mengkaji gempa Bumi disebut **ahli seismologi**. Alat yang digunakan untuk mencatat data gelombang seismik adalah **seismograf**.

Pada sebuah seismograf terdapat gulungan kertas yang terpasang pada sebuah tabung berputar. Di atas kertas tersebut terdapat jarum dengan sebuah pena. Ketika terdapat gelombang seismik, gulungan kertas akan bergetar, namun jarum tetap diam. Jarum dengan pena yang terpasang akan menggambarkan grafik gelombang seismik pada kertas. Ketinggian garis pada kertas menggambarkan besarnya energi yang dilepaskan saat gempa yang dikenal sebagai **magnitude**. Grafik hasil pencatatan seismograf dinamakan **seismogram**.

Kekuatan gempa (*magnitude*) pada sebuah daerah dinyatakan dengan Skala Richter. Pengukuran kekuatan gempa didasarkan pada amplitudo atau grafik gelombang seismik di seismogram. Skala Richter menunjukkan besarnya energi gempa yang dilepaskan. Berdasarkan gempa yang terjadi sampai saat ini, rentang Skala Richter antara 1,0 – 10,0. Setiap kenaikan 1,0 skala, energi gempa yang dihasilkan 32 kali lebih besar. Misalnya, sebuah gempa dengan kekuatan 6,8 Skala Richter melepaskan energi 32 kali lebih besar dibandingkan energi yang dilepaskan gempa dengan kekuatan 5,8 Skala Richter. Pencatatan di seismogram juga akan menunjukkan gelombang gempa 6,8 Skala Richter lebih tinggi dibandingkan gelombang gempa berkekuatan 5,8 Skala Richter.

Besarnya sebuah gempa akan memengaruhi besarnya energi yang dilepaskan. Semakin besar sebuah gempa, maka energi yang dilepaskan juga semakin besar. Akibatnya, kerusakan yang terjadi juga semakin besar. Berdasarkan besar *magnitude* dan kerusakan yang ditimbulkan, gempa dikategorikan seperti pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kategori gempa berdasarkan *magnitude* dan kerusakan yang ditimbulkan

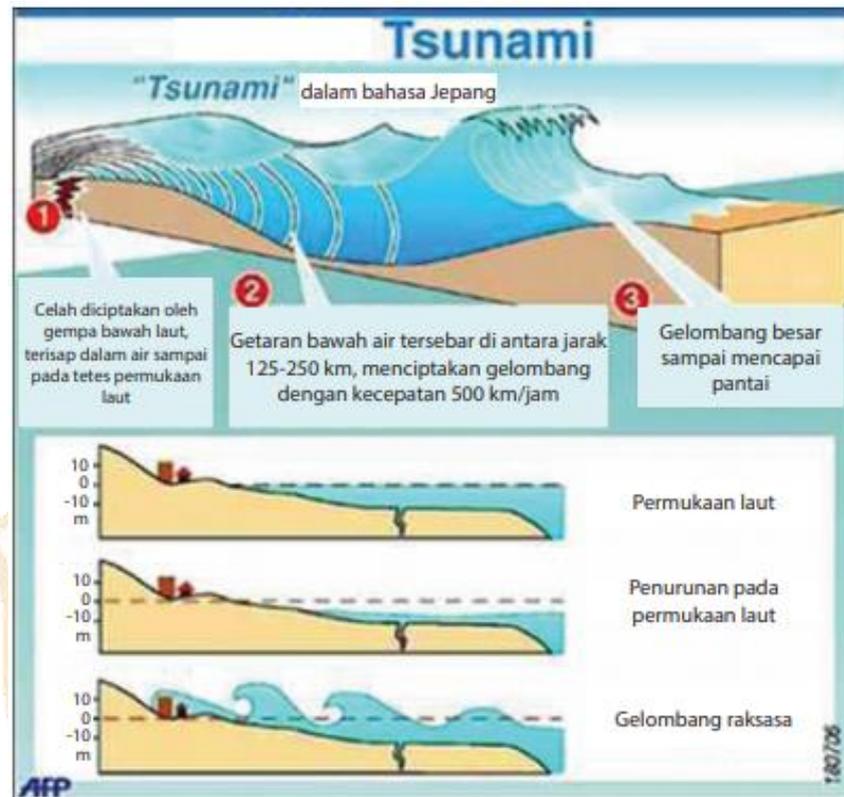
Magnitude	Deskripsi	Efek Gempa Bumi
Di bawah 2,0	Mikro	Tidak terasa
2,0 - 2,9	Minor	Biasanya tidak terasa, tetapi tercatat
3,0 - 3,9	Minor	Sering terasa, tetapi jarang menyebabkan kerusakan. Dirasakan oleh masyarakat di sekitar pusat gempa. Lampu gantung mulai goyang.

4,0 - 4,9.	Ringan	Terasa sekali getarannya di dalam ruangan. Jendela bergetar, permukaan air beriak-riak, pintu terbuka-tertutup sendiri.
5,0 - 5,9	Sedang	Menyebabkan kerusakan pada bangunan yang lemah. Sangat sulit untuk berdiri tegak. Kaca pecah, dinding yang lemah runtuh, dan permukaan air di daratan membentuk gelombang air.
6,0 - 6,9	Kuat	Menyebabkan kerusakan dalam range area 160 km. Batu runtuh bersama-sama, runtuhnya bangunan bertingkat tinggi, robohnya bangunan lemah, retakan di dalam tanah.
7,0 - 7,9	Major	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius pada area yang luas. Seperti tanah longsor, jembatan roboh, bendungan rusak dan hancur. Beberapa bangunan tetap, keretakan besar di tanah, rel kereta api rusak.
8,0 - 8,9	Great	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius dalam radius seratus kilometer wilayah gempa.
9,0 - 9,9	Great	Menyebabkan kehancuran dalam radius ratusan kilometer.
10,0+	Massive	Belum pernah tercatat. Luas wilayah kehancuran sangat luas.

Sumber: Kemendikbud, 2017

Sebagian besar kerusakan akibat gempa Bumi diakibatkan oleh gelombang yang merambat di permukaan Bumi. Bangunan serta jalan raya dapat rusak. Ketika gempa terjadi di dasar laut, gerakan lempeng tersebut akan mendorong air laut ke atas, sehingga timbul gelombang yang besar dan kuat. Gelombang air laut dapat mengalir ratusan kilometer ke segala arah dari episentrum. Gelombang air laut ini disebut **tsunami**. Pusat gelombang tsunami adalah episentrum yang berada di laut yang jauh dari pantai. Ketinggian gelombang tsunami di tengah lautan, hanya sekitar 1 meter. Namun, gelombang tersebut dapat merambat dengan kecepatan 500-1.000 km/jam. Ketika mendekati pantai, kecepatan gelombang tsunami menurun hingga sekitar 30 km/jam. Akan tetapi, tinggi gelombang tsunami di dekat pantai meningkat hingga puluhan meter. Sebelum gelombang tsunami sampai di pantai, air laut yang ada di pantai surut seketika. Hal tersebut merupakan pertanda bahaya akan terjadi gelombang

tsunami. Proses terjadinya gelombang tsunami dapat dilihat pada Gambar 1.36 berikut.



Gambar 1.36 Proses terjadinya tsunami

Sumber: <https://smp.prasacademy.com>

1) Pengurangan Risiko Bencana

Tindakan untuk mengurangi risiko kerusakan maupun korban jiwa dapat kamu lakukan sebelum, saat, dan sesudah gempa berlangsung. Namun, hal yang terpenting adalah kamu harus belajar terlebih dahulu apa yang disebut dengan gempa Bumi. Kamu juga harus memerhatikan lingkungan tempat kamu berada. Dengan demikian, ketika terjadi gempa kamu dapat mengetahui tempat yang paling aman untuk berlindung. Selain itu, untuk mengurangi risiko akibat dari gempa Bumi kamu harus mempelajari beberapa keterampilan. Misalnya, belajar melakukan P3K dan menggunakan alat pemadam kebakaran. Kamu juga sebaiknya menyimpan nomor darurat yang dapat dihubungi saat terjadi gempa, seperti ambulans,

pemadam kebakaran, tim SAR, dan lain-lain. Secara garis besar tindakan tanggap sebelum terjadi gempa seperti diilustrasikan pada Gambar 1.37.

Negara kita merupakan salah satu negara yang paling sering terjadi gempa. Oleh karena itu, kamu harus mempersiapkan diri untuk mengurangi kerugian akibat gempa. Usaha tersebut dapat dimulai dari rumahmu masing-masing. Kamu harus memastikan apakah rumahmu cukup aman dari bahaya akibat gempa Bumi, seperti tanah longsor. Kamu juga dapat merenovasi rumahmu agar tahan gempa.



Gambar 1.37 Tindakan tanggap sebelum gempa Bumi terjadi

Sumber: <https://www.bmkg.go.id>

Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengurangi kerusakan saat gempa adalah rekayasa bangunan tahan gempa. Bangunan ini dapat menahan kekuatan getaran yang dihasilkan gempa, sehingga mengurangi kerusakan yang terjadi. Saat ini banyak gedung yang berdiri di atas pondasi yang tersusun atas baja dan karet. Selain itu, penataan struktur bangunan juga direkayasa sedemikian rupa agar tahan gempa. Dengan demikian, bangunan tahan gempa tersebut dapat menahan getaran gempa Bumi dan mengurangi risiko kerusakan dan kematian penghuni di dalamnya.



Untuk mengurangi kerusakan harta benda yang ada di rumah kita akibat gempa kita harus menata barang-barang yang ada di rumah. Akan lebih baik jika kita memastikan bahwa perabotan rumah seperti lemari, abinet, dan lain-lain tidak roboh saat terjadi gempa. Selain itu, kita juga harus memastikan benda-benda yang tergantung di rumah agar tidak mudah jatuh saat terjadi gempa. Kita juga bisa menyimpan barang-barang yang berat dan mudah pecah berada di bagian bawah lemari atau rak. Pastikan kita mematikan listrik, air, dan gas ketika tidak digunakan. Serta, selalu sediakan kotak P3K, senter, dan makanan sebagai perlengkapan darurat jika terjadi gempa. Gempa merupakan salah satu bencana yang dapat terjadi setiap saat. Ada kalanya gempa datang di saat kamu di sekolah, saat kamu bermain, atau di saat kamu berlibur di pantai. Untuk menyelamatkan diri dari bahaya gempa, kamu dapat melakukan tindakan berikut sesuai tempatmu berada. Hal yang paling utama yang harus dilakukan adalah tetap tenang saat terjadi gempa. Jika kamu panik terhadap situasi yang dialami, pikiranmu tidak akan jernih dan tidak tau harus berbuat apa.

Jika kamu berada dalam ruangan saat terjadi gempa, carilah tempat berlindung yang kuat dan mampu menahan reruntuhan seperti di bawah meja atau tempat tidur. Jika tidak ada tempat berlindung, kamu dapat menggunakan bantal atau benda lainnya untuk melindungi kepala. Akan lebih aman jika kamu menjauhi lemari, rak buku, dan jendela. Selain itu, kamu harus berhati-hati terhadap atap yang mungkin runtuh, benda yang tergantung, dan sebagainya.

Ketika kamu sedang berada di luar ruangan saat gempa, kamu dapat mencari ruang terbuka yang jauh dari gedung tinggi, tebing

terjal, tiang listrik, papan reklame, atau pepohonan yang besar. Jika tidak ada ruang terbuka, tetaplah di luar ruangan. Pastikan tempatmu aman dari reruntuhan benda-benda yang ada di sekitarnya. Jika kamu sedang berada di pantai, kamu dapat menjauhi pantai untuk menghindari bahaya tsunami akibat gempa. Apabila terjadi gempa di daerah pegunungan, kamu dapat mencari tempat yang aman dari tanah longsor akibat dari gempa tersebut.

Gempa Bumi juga dapat terjadi saat kamu di dalam perjalanan menuju suatu tempat. Apabila gempa terjadi saat kamu di dalam kendaraan, kamu harus segera menghentikan dan keluar dari kendaraan. Akan tetapi, jangan menghentikan kendaraan di jalan layang atau jembatan. Gunakan rem tangan jika kendaraan kita berada di jalan yang miring. Hal tersebut mencegah kendaraanmu tergelincir dan menimpa kendaraan lain. Jika gempa telah berhenti, maka hal-hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah menuju titik evakuasi. Titik evakuasi merupakan daerah aman dan di titik evakuasi biasanya bantuan baik materi maupun medis dikumpulkan.



Gambar 1.38 Tindakan yang harus dilakukan ketika gempa terjadi

Sumber:
<https://www.bmkg.go.id>



Gambar 1.39 Tindakan yang harus dilakukan setelah gempa terjadi

Sumber:
<https://www.bmkg.go.id>

Apabila kamu terjebak dalam bangunan atau reruntuhan, kamu dapat menyingkirkan reruntuhan terlebih dahulu. Tutuplah mulut dan hidungmu dengan kain atau masker agar aman dari debu reruntuhan. Kemudian kamu harus memeriksa adakah yang terluka, lakukan dengan P3K jika ada yang terluka. Selain itu, kamu juga harus memeriksa lingkungan sekitarmu. Hal-hal yang perlu diperiksa, antara lain kebakaran, gas bocor, korsleting listrik, saluran air, serta jangan pernah menyalakan api dalam ruangan. Gunakan telepon untuk meminta pertolongan darurat. Jika telepon tidak berfungsi, kamu dapat menggunakan benda yang ada di sekitar untuk memberi sinyal kepada orang lain. Misalnya membunyikan kentongan. Langkah selanjutnya adalah keluar ruangan dengan tenang dan tertib.

Jika kamu berada di luar ruangan saat gempa, jangan memasuki bangunan setelah gempa. Karena ada kemungkinan bangunan tersebut dapat runtuh. Selain itu, kamu juga harus memerhatikan situasi lingkungan

sekitarmu. Sebaiknya, kamu tidak berada di daerah sekitar gempa karena kemungkinan bahaya akibat gempa masih ada. Misalnya

reruntuhan bangunan. Apabila kamu berada di pantai atau di daerah pesisir, perhatikan kondisi air laut setelah gempa. Jika air laut tiba-tiba surut dalam sesaat, segeralah menjauh dari pantai sejauh mungkin karena adanya kemungkinan gelombang tsunami akan terjadi.

Ayo Diskusikan



Permasalahan:

Mengapa di Indonesia sering terjadi gempa Bumi?

Lakukan kajian pustaka, baik dari buku maupun internet terkait permasalahan di atas. Kemudian diskusikan hasil temuanmu dengan teman-temanmu. Buatlah suatu jawaban ilmiah dari pertanyaan di atas

Selain itu, hendaknya kamu juga terus mengikuti informasi terkait gempa Bumi yang terjadi. Dengan mengikuti informasi tersebut, kamu akan mengetahui apakah akan ada gempa susulan atau gempa tersebut berpotensi menimbulkan tsunami. Ada kalanya kamu juga harus mengisi angket dari instansi terkait. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui besar kerusakan akibat gempa, sehingga instansi terkait dapat memberikan bantuan dengan efektif. Sangat penting untuk terus berdoa kepada Tuhan Yang Maha Esa demi keselamatan kita bersama.

b. Gunung Berapi

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa gelembung udara pada air mendidih dapat naik ke permukaan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil. Sama halnya dengan air mendidih, batuan cair atau magma juga bergerak ke permukaan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil dari batuan yang ada di sekitarnya. Naiknya magma ke permukaan menyebabkan erupsi. Erupsi terjadi pada gunung berapi. Magma yang keluar dan mengalir di permukaan Bumi saat terjadi erupsi disebut **lava**. Gunung berapi



memiliki lubang yang berbentuk melingkar di daerah puncaknya yang disebut **kawah**. Saat erupsi terjadi, magma dan material lainnya dimuntahkan melalui kawah gunung berapi.

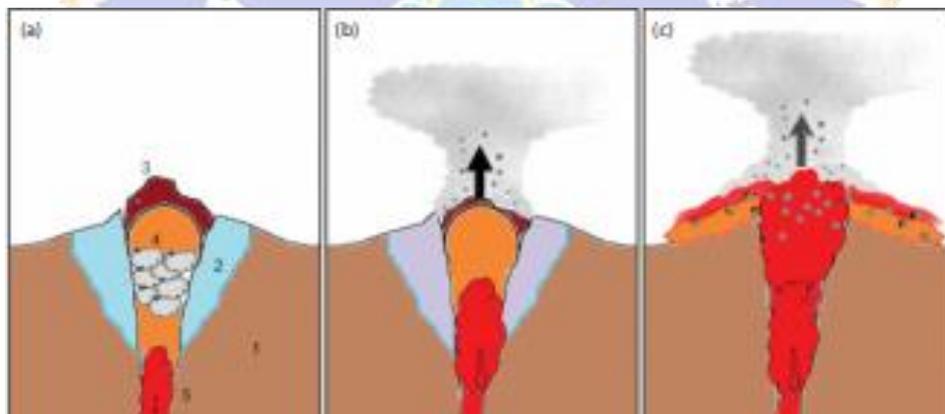
Ketika erupsi gunung berapi (gunung meletus) terjadi, lava dan beberapa material dimuntahkan hingga ribuan meter kubik (m^3) ke udara. Partikel-partikel dari material dan lava yang mendingin akan terlontar ke atas, kemudian berjatuh dari langit. Fenomena ini yang disebut hujan debu vulkanik (*tephra*).

Beberapa gunung berapi terbentuk karena tabrakan dua lempeng. Proses tersebut akan menghasilkan serangkaian gunung berapi. Hal ini seperti yang telah kamu pelajari sebelumnya. Jika terdapat dua lempeng yang bertabrakan, maka lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih besar akan menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih rendah. Ketika sebuah lempeng menekuk dibawa lempeng lainnya, maka batuan pada lempeng yang menekuk akan melebur menjadi magma. Magma tersebut akan naik menuju permukaan karena perbedaan massa jenis.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, aktivitas lempeng dapat membentuk serangkaian gunung api. Salah satu rangkaian gunung api yang dikenal adalah cincin api pasifik (*ring of fire*). Cincin api pasifik merupakan pusat gempa dan rangkaian gunung berapi di sekitar samudra Pasifik. Hampir 90% pusat gempa berada di sepanjang cincin api Pasifik.

Erupsi merupakan keluarnya magma dan material lainnya dari dalam Bumi oleh letusan gunung berapi. Namun, istilah erupsi di masyarakat lebih dikenal dengan gunung meletus. Letusan gunung api akan memuntahkan material dengan kekuatan yang dahsyat dan lava pijar maupun lahar dingin yang keluar akan menyapu segala sesuatu yang dilewatinya. Akibatnya, letusan gunung berapi dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat besar. Erupsi disebabkan oleh

tekanan gas yang kuat dari dalam Bumi yang terus menerus mendorong magma (Gambar 1.40a). Dengan demikian, magma akan terus naik menuju ke permukaan. Dalam perjalanannya, magma yang memiliki suhu hingga 1200°C akan melelehkan batuan di sekitarnya. Akibatnya, terjadilah penumpukan magma (Gambar 1.40b). Tekanan udara yang berasal dari dalam Bumi lambat laun semakin besar, sehingga tersimpan energi yang besar untuk mendorong magma keluar. Jika litosfer yang berada di atas magma tidak mampu menahan tekanan dari dalam Bumi, maka terjadilah erupsi (Gambar 1.40c). Magma dan material lainnya dimuntahkan melalui kawah gunung api. Energi yang tersimpan tersebut dilepaskan dalam bentuk ledakan dan semburan yang kuat saat erupsi. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.40.



Gambar 1.40 Proses erupsi
Sumber: <http://suarabali.com>

Ayo Diskusikan



Bukalah link berikut ini untuk mempelajari proses erupsi

<https://youtu.be/3Eh5iRbypaU>

Diskusikanlah dengan temanmu, bagaimana erupsi pada gunung api yang dorman dan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi erupsi pada gunung yang dorman?

Material yang dikeluarkan saat letusan gunung berapi meliputi material padat, cair, dan gas. Letusan gunung berapi akan mengeluarkan material padatan berupa batuan dan mineral dari dalam Bumi. Hasil lainnya dari letusan gunung api adalah lava dan lahar. Lahar merupakan lava yang telah bercampur dengan batuan, air, dan material lainnya. Selain itu, letusan gunung berapi juga menghasilkan gas beracun, yakni Hidrogen Sulfida (H_2S), Sulfur dioksida (SO_2), dan Nitrogen dioksida (NO_2).

Selain material tersebut, letusan gunung berapi juga menghasilkan awan panas (aliran piroklastik) atau yang dikenal oleh masyarakat dengan nama "*wedhus gembel*". Awan panas merupakan hasil letusan seperti awan yang mengalir bergulung. Awan panas terdiri atas batuan pijar, gas panas, serta material lainnya. Awan panas memiliki suhu yang mencapai $700^\circ C$. Awan panas ini mengalir menuruni lereng gunung api dengan kecepatan mencapai 200 km/jam. Perhatikan Gambar 1.41.



Gambar 1.41 Awan panas pada letusan gunung Merapi

Sumber: <https://www.pmjnews.com>

Letusan gunung berapi memiliki daya penghancur yang besar. Material berbahaya seperti lahar dan abu vulkanik dapat merusak segala sesuatu yang dilewatinya. Lava pijar yang keluar saat erupsi juga dapat menyebabkan hutan di sekitar gunung terbakar. Hal ini akan mengancam ekosistem alami di hutan tersebut. Selain itu, suhu

tinggi awan panas yang mengalir menuruni bukit dapat merusak ekosistem serta membunuh makhluk hidup. Gas beracun dan hujan debu akibat gunung meletus juga dapat mencemari udara dan mengganggu pernapasan.

Kamu perlu mengetahui bahwa letusan gunung berapi sangat berbahaya bagi kita. Hampir tidak mungkin menghindari kerusakan saat terjadi gunung meletus. Untuk mempermudah membaca aktivitas gunung api dan proses evakuasi, dibuatlah tingkatan isyarat atau status gunung berapi. Badan geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM) membedakan status gunung api menjadi empat (4) tingkatan. Level terendah adalah status NORMAL dengan warna isyarat hijau. Tingkatan level paling tinggi adalah status AWAS dengan isyarat warna merah. Secara lengkap, deskripsi status gunung api dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Tingkatan status gunung berapi menurut Badan Geologi Kementerian ESDM

Status	Makna	Tindakan
AWAS	<ul style="list-style-type: none"> • Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada keadaan kritis yang menimbulkan bencana • Letusan pembukaan dimulai dengan debu dan asap • Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam 	<ul style="list-style-type: none"> • Wilayah yang terancam bahaya direkomendasikan untuk dikosongkan • Koordinasi dilakukan secara harian • Piket penuh
SIAGA	<ul style="list-style-type: none"> • Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana • Peningkatan intensif kegiatan seismik • Semua data menunjukkan bahwa aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada 	<ul style="list-style-type: none"> • Sosialisasi di wilayah terancam • Penyiapan secara darurat • Koordinasi harian • Piket penuh

Status	Makna	Tindakan
	<ul style="list-style-type: none"> • keadaan yang dapat menimbulkan bencana • Jika tren peningkatan berlanjut, letusan dapat terjadi dalam waktu 2 minggu 	
WASPADA	<ul style="list-style-type: none"> • Ada aktivitas apapun bentuknya • Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal • Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya • Sedikit perubahan aktivitas yang diakibatkan oleh aktivitas magma, tektonik, dan hidrotermal 	<ul style="list-style-type: none"> • Penyuluhan/sosialisasi • Penilaian bahaya • Pengecekan sarana • Pelaksanaan tiket terbatas
NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma • Level aktivitas dasar 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan rutin • Survey dan penyelidikan

Sumber: Kemendikbud, 2017

Bagi penduduk yang bertempat tinggal jauh di lereng gunung, ada kalanya badan penanggulangan bencana merekomendasikan mengungsi saat terjadi letusan. Hal ini karena dampak letusan melebihi perkiraan para ahli. Selama proses evakuasi kamu harus menghindari jalan yang berada dekat dengan sungai. Karena sungai berpotensi akan dilalui oleh lahar dingin. Selain itu, kamu juga harus menggunakan masker, sapu tangan, atau kain untuk melindungi pernapasan dari debu vulkanik. Secara garis besar tindakan siaga bencana gunung meletus seperti terlihat pada Gambar 1.42 berikut.



Gambar 1.42 Tindakan siaga bencana gunung meletus
 Sumber: <https://www.bukusekolah.net>



Kegiatan Siswa

Erupsi

Tujuan

Mensimulasikan terjadinya erupsi gunung berapi

Alat dan Bahan:

1. Bubur kertas dan lem kayu/lem kanji
2. Papan triplek 50 x 50 cm
3. Baskom
4. Cuka makanan
5. Soda kue
6. Detergen
7. Pewarna kuning atau merah
8. Cat air warna hijau, kuning, dan cokelat

Cara Kerja

A. Membuat gunung berapi

1. Campurkan bubur kertas dengan lem kayu/tepung kanji yang telah dilarutkan dengan air panas.
2. Bentuk adonan menyerupai gunung dan letakkan di atas triplek. Jangan lupa untuk membuat rongga di tengah gunung dari puncak hingga dasar.
3. Buat alur pada gunung untuk menambah efek aliran lava, warnai gunung dengan cat air warna cokelat, daerah kaki gunung dengan kombinasi warna kuning dan hijau.

B. Membuat adonan magma

Campurkan cuka, detergen, dan pewarna dalam baskom hingga menjadi adonan magma.

C. Mendemonstrasikan erupsi

1. Masukkan soda kue ke dalam rongga yang ada di gunung buatan.
2. Masukkan adonan ke dalam rongga gunung buatan.
3. Amati apa yang terjadi pada gunung buatan.

Analisis

Apa saja yang dikeluarkan saat gunung buatan erupsi? Coba identifikasi. Bandingkan hasil identifikasimu dengan teori tentang erupsi gunung berapi.



Latihan Soal 2

Jawablah soal di bawah ini dengan benar!

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Litosfer?
2. Kerak bumi terdiri dari dua bagian diantaranya adalah kerak _____ dan kerak _____.
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pergerakan lempeng bersifat *divergent*?
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pergerakan lempeng bersifat *convergent*?
5. Jelaskan perbedaan Atmosfer dan Litosfer!

RANGKUMAN MATERI

1. Litosfer merupakan lapisan batuan yang ada di Bumi. Dalam pengertian luas, litosfer diartikan sebagai seluruh bagian padat Bumi, termasuk intinya.
2. Struktur padat Bumi terdiri atas kerak Bumi, mantel, dan inti Bumi.
3. Kerak Bumi dibedakan menjadi kerak benua dan kerak samudra. Kerak benua merupakan kerak Bumi yang berada di daratan. Kerak samudra merupakan kerak Bumi yang berada di dalam laut.
4. Mantel Bumi terdiri atas mantel atas dan mantel bawah. Inti Bumi dibedakan menjadi 2, yakni inti luar yang berupa cairan pekat dan inti dalam yang bersifat pekat hampir menyerupai padatan.



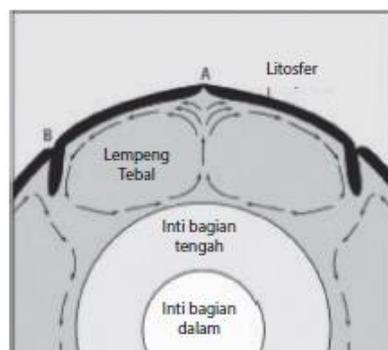
TES FORMATIF 2

LITOSFER

I. Pilihan Ganda

1. Susunan Litosfer dari dalam hingga ke permukaan Bumi secara berurutan adalah
 - A. Inti dalam, inti luar, mantel Bumi, kerak Bumi
 - B. Inti dalam, inti luar, kerak Bumi, mantel Bumi
 - C. Inti dalam, mantel Bumi, inti luar, kerak Bumi
 - D. Inti dalam, astenosfer, inti luar, kerak Bumi
2. Jika terdapat dua lempeng yang bertumbukan, maka yang akan terjadi adalah
 - A. Terbentuk patahan/sesar
 - B. Terjadi penekukan lempeng, lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih besar menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih kecil
 - C. Terjadi penekukan lempeng, lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih kecil menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih besar
 - D. Tidak terjadi apa-apa

3. **Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 3-4**

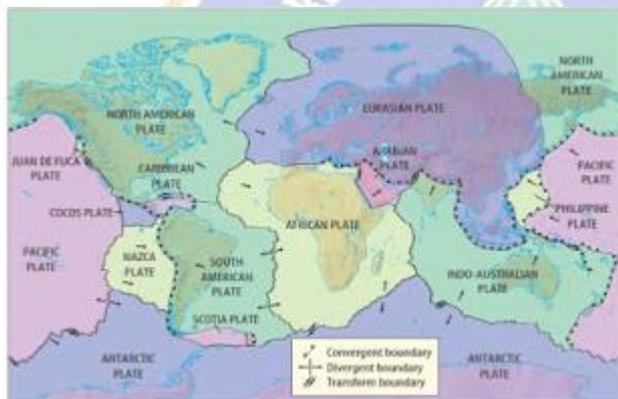


Tanda panah pada gambar di atas menggambarkan aliran konveksi dalam Bumi yang mengakibatkan pergerakan lempeng. Lempeng bergerak sesuai dengan aliran konveksi tersebut. Pernyataan berikut yang benar tentang pergerakan lempeng pada titik A ialah

- A. Lempeng bergerak searah

- B. Lempeng bergerak saling mendekat dan bertumbukan
 - C. Lempeng bergerak saling menjauh
 - D. Lempeng bergerak saling menjauh
4. Pergerakan lempeng jenis yang terjadi pada bagian B adalah
- A. Divergen
 - B. Konvergen
 - C. Transformasi
 - D. Tidak jadi pergerakan

5. Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 5



Berdasarkan gambar di atas, lempeng Indo-Australi dengan lempeng Eurasia bergerak secara

- A. Konvergen
- B. Divergen
- C. Transformasi
- D. Tidak bergerak

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif 2

1. Setelah kamu selesai mengerjakan Tes Formatif 2 ini, silahkan cocokkan jawaban kamu dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat kamu capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

- 
2. Jika Nilai Capaian yang kamu peroleh kurang dari 75 (d disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan), kamu harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catat kan pada buku catatan kamu bagian mana saja yang masih belum kamu pahami untuk kemudian kamu dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
 3. Jika tingkat penguasaan yang kamu peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, kamu dapat melanjutkan ke materi selanjutnya.





Hidrosfer



Gambar 1.43 Foto Bumi dari satelit milik NASA
Sumber: <https://www.cnnindonesia.com>

Perhatikan warna foto Bumi pada Gambar 1.43 di samping ini. Warna apa yang dominan pada bola dunia tersebut? Kita juga dapat mengamati bentuk 3 dimensi Bumi dengan

aplikasi *google earth* atau menggunakan globe. Dari hasil pengamatan, dapat kita ketahui bahwa warna biru merupakan warna yang dominan.

Kita dapat melanjutkan pengamatan menggunakan aplikasi *google earth* atau globe dengan memutar posisi Bumi. Kita akan menemukan bahwa hampir 70% bagian Bumi berwarna biru. Seolah-olah Bumi terselimuti warna biru. Berdasarkan fakta tersebut, Bumi juga sering disebut planet biru. Apakah sebenarnya warna biru itu?

Warna biru menggambarkan perairan yang ada di Bumi. Dengan kata lain, Bumi yang kita huni diselubungi oleh air, atau yang sering disebut **Hidrosfer**. Hidrosfer berasal dari kata *hidros* yang berarti air dan *sphaira* yang berarti selimut. Jadi, hidrosfer merupakan lapisan air yang menyelimuti Bumi. Hidrosfer tidak hanya meliputi perairan yang luas seperti laut dan samudra. Hidrosfer juga meliputi air di danau, sungai, air tanah, dan uap air yang ada di udara.

Air sangat penting bagi kehidupan. Hampir setiap elemen kehidupan memerlukan air untuk melangsungkan kehidupannya. Tumbuhan memerlukan air untuk berfotosintesis, sedangkan manusia memerlukan air untuk metabolisme dan memenuhi kebutuhan hidup. Tidak ada makhluk hidup yang dapat hidup tanpa air.

Jika semua makhluk di Bumi menggunakan air untuk melangsungkan kehidupannya, apakah air yang ada di Bumi akan berkurang dan habis? Atau jumlah air akan bertambah karena adanya hujan? Ataupun jumlah air di Bumi tetap? Air yang ada di Bumi memiliki sebuah siklus yang dinamakan siklus hidrologi atau siklus air. Siklus hidrologi merupakan sebuah proses daur ulang air secara terus menerus, seperti pada Gambar 1.44.



Gambar 1.44 Proses terjadinya siklus air
Sumber: <https://id.wikipedia.org>

Siklus air bermula ketika panas Matahari menguapkan air yang ada di laut dan di permukaan Bumi (*evaporasi*). Uap air tersebut akan berkumpul di angkasa dan terjadi proses kondensasi (pengembunan) hingga terbentuk awan. Awan tersebut kemudian akan

berjalan sesuai dengan arah embusan angin. Penguapan yang terjadi setiap hari mengakibatkan uap yang menjadi awan semakin banyak. Jika awan sudah tidak dapat menampung uap dari evaporasi, maka uap air di awan akan turun sebagai hujan. Air hujan akan mengisi cadangan air yang berada di permukaan Bumi. Proses ini berlangsung terus menerus. Untuk mengetahui siklus air lebih jelas, amatilah video siklus air berikut ini.

Link Video Siklus Air
<https://youtu.be/CQQimP4leRk>

Ayo Diskusikan



Lakukan kajian pustaka lanjutan mengenai siklus air. Setelah melakukan kajian, jawablah pertanyaan berikut. "Apakah air di Bumi berkurang?"

Diskusikan jawabanmu dengan temanmu, jangan lupa untuk menyertakan argumenmu mengenai pertanyaan tersebut.

Seperti yang telah kamu pelajari bahwa air memiliki siklus daur ulang yang berlangsung terus menerus. Dimulai dengan proses evaporasi hingga akhirnya air jatuh kembali ke Bumi dalam bentuk hujan. Siklus air ini menjaga ketersediaan air di Bumi. Akan tetapi, curah hujan yang terjadi setiap tahun tidak sama. Ada kalanya curah hujan rendah (sedikit) dan ada kalanya curah hujan tinggi. Apabila curah hujan tinggi, penyimpanan air di permukaan Bumi seperti waduk, danau, atau sungai meluap, sehingga berpotensi banjir.

Perhatikan Gambar 1.45 di bawah ini. Apakah yang terjadi pada gambar di samping? Pada gambar tersebut terlihat bahwa jalanan di sekitar Monumen Selamat Datang (Bundaran HI) tergenang air yang berwarna coklat. Terlihat pula mobil yang melintas di jalan juga terendam air akibat banjir yang melanda Jakarta beberapa waktu lalu.



Gambar 1.45 Banjir di Jakarta

Sumber: <https://metro.tempo.co>

Aliran air yang berlebihan hingga meluap ke daratan seperti Gambar 1.46 disebut banjir. Banjir berasal dari luapan penyimpanan air, baik itu danau, waduk, maupun sungai yang tidak mampu menampung jumlah air yang sangat besar. Ketika penyimpanan air sudah penuh, maka air yang harusnya disalurkan ke penyimpanan akan meluap ke daratan sehingga membanjiri daerah sekitarnya.



Gambar 1.46 Kepadatan pemukiman di Jakarta

Sumber: <https://www.liputan6.com>

Banjir dapat diakibatkan oleh beberapa hal. *Pertama*, tingginya curah hujan menjadi salah satu faktor penyebab banjir. Hujan yang terus menerus akan mengakibatkan danau, bendungan, atau sungai penuh dan tidak sanggup lagi menampung air yang masuk. Akibatnya, air akan meluap ke daratan di sekitarnya.

Kedua, sistem pengelolaan lingkungan yang buruk. Perhatikan Gambar 1.46. Jika sungai yang ada di tengah pemukiman penuh, kemanakah air akan meluap? Berdasarkan gambar tersebut kamu dapat mengetahui bahwa di daerah tersebut tidak ada tempat resapan air. Akibatnya, jika sungai penuh maka air akan membanjiri pemukiman penduduk.

Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan tempat tinggal di suatu daerah, sehingga pemukiman di daerah tersebut semakin meluas. Akibatnya, daerah resapan air akan berkurang karena permukaan tanah terlapisi beton dan aspal yang tidak dapat menyerap air. Hal tersebut diperparah oleh penataan bangunan dan wilayah yang tidak memerhatikan sistem

pembuangan air. Selain itu, kurangnya pepohonan yang dapat menyerap air juga menjadi penyebab terjadinya banjir.

Ketiga, akibat perilaku manusia. Coba amati sungai yang tersumbat sampah

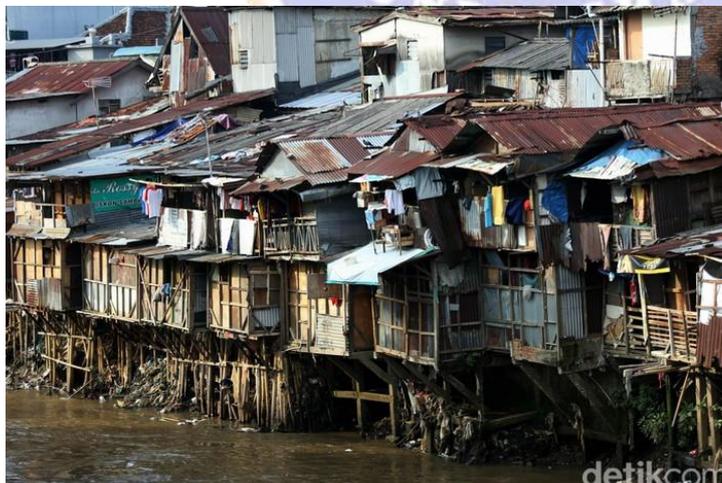


Gambar 1.47 Sampah di sungai Ciliwung

Sumber: <https://www.liputan6.com>

berikut. Gambar 1.48 merupakan gambar kondisi sungai Ciliwung beberapa waktu lalu. Apakah air di sungai tersebut akan mengalir dengan lancar? Berdasarkan gambar tersebut, kamu dapat mengetahui bahwa sampah akan menghambat laju air di sungai.

Perilaku manusia yang membuang sampah di sungai atau saluran pembuangan air akan memicu terjadinya banjir. Sampah yang dibuang sembarangan akan menyumbat aliran air di sungai atau saluran pembuangan. Akibatnya, ketika hujan air tidak akan mengalir. Air terus tertimbun di suatu tempat hingga akhirnya meluap dan menjadi banjir.



Gambar 1.48 Pemukiman di Bantaran sungai

Sumber: <https://news.detik.com>

Selain perilaku membuang sampah sembarangan, pembangunan rumah di bantaran sungai juga dapat memicu banjir. Rumah bantaran sungai dibangun dengan menggunakan tepi sungai. Akibatnya, lebar sungai akan

berkurang dan daya tampung sungai tersebut juga ikut berkurang. Ketika hujan terjadi, sungai tidak mampu menampung air dalam jumlah besar. Akhirnya, air akan meluap ke daerah sekitar.

Banjir yang melanda suatu daerah dapat memberikan dampak yang serius. Dampak yang ditimbulkan oleh banjir meliputi kerusakan fisik hingga korban jiwa. Banjir dapat merusak bangunan seperti rumah, gedung, jalan raya, atau jembatan. Akibatnya, jalur transportasi terputus dan pengiriman bantuan darurat terhambat.

Banjir juga dapat mengontaminasi sumber air bersih. Biasanya banjir telah bercampur dengan lumpur. Apabila banjir bercampur dengan sumber air bersih, maka air bersih akan terkontaminasi. Akibatnya, sumber air bersih akan menjadi langka. Selain itu, banjir dapat menjadi media penyebaran penyakit, seperti diare dan penyakit kulit.



Gambar 1.49 Kerusakan akibat banjir

Sumber: <https://news.detik.com>

Dampak lain dari banjir adalah kerugian ekonomi yang besar. Banjir yang menimpa daerah pertanian akan mengakibatkan gagal panen dan lahan pertanian menjadi rusak. Kerusakan fisik yang disebabkan oleh banjir cukup parah. Butuh biaya yang banyak untuk merenovasi suatu bangunan atau lahan pertanian hingga dapat berfungsi kembali. Agar terhindar dari bahaya banjir, kita harus melakukan tindakan siaga banjir baik sebelum, saat banjir, maupun setelah banjir.

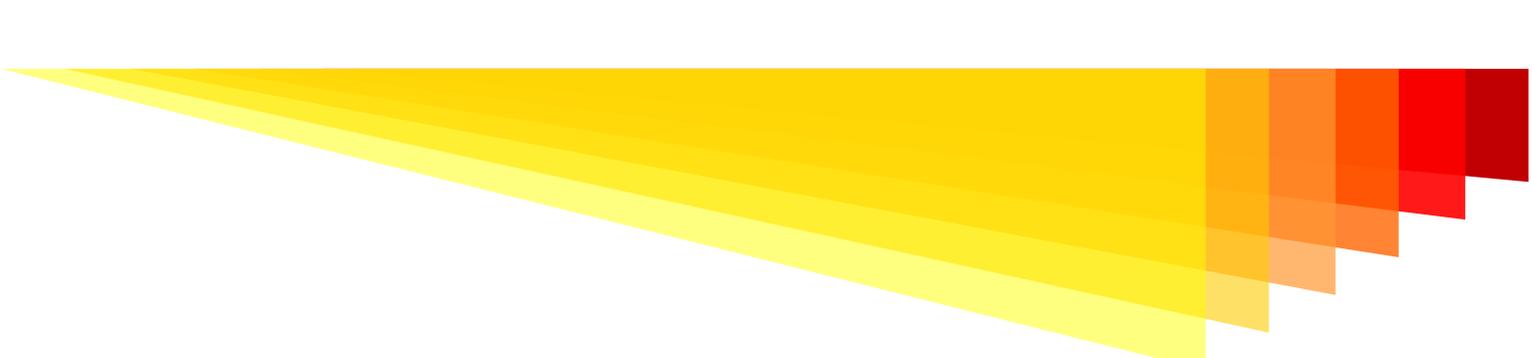


Gambar 1.50 Tindakan siaga sebelum banjir
 Sumber: <https://www.bukusekolah.net>

Hal terpenting yang kita lakukan adalah mempelajari lingkungan rumah kita apakah daerah rawan banjir atau tidak.

Kita juga harus mengenali tanda-tanda datangnya banjir di daerah kita. Selain itu, kita juga harus mengikuti informasi terkait pengumuman banjir dan letak posko evakuasi yang disediakan. Dengan demikian, kita dapat menentukan tindakan yang akan dilakukan. Agar selalu siapkan peralatan P3K. Lebih baik

jika kita memahami keterampilan pertolongan pertama dan tindakan tanggap darurat. Ketika banjir telah mencapai daerah tempat kita tinggal, kita dapat melakukan persiapan sebelum air meninggi. Jika muncul tanda-tanda banjir, kita dapat memindahkan semua peralatan rumah tangga ke dalam rumah di tempat yang lebih tinggi. Hal tersebut bertujuan agar barang-barang tidak hanyut saat terjadi banjir. Kita juga hendaknya menyimpan dokumen penting ke dalam wadah yang kedap air. Misalnya kantong plastik. Selain itu, matikan keran air serta matikan listrik. Hal ini untuk menghindari bahaya tersengat arus listrik dan korsleting serta mempersiapkan barang bawaan untuk mengungsi.



Ketika air mulai meninggi, hendaknya kita segera mengungsi. Karena akan lebih mudah dan lebih aman jika kita mengungsi sebelum air meninggi. Dalam proses evakuasi, ikuti jalur yang telah ditentukan. Apabila belum ada jalur evakuasi yang disarankan, maka pilihlah jalur dengan ketinggian yang rendah dan arus air yang tidak membahayakan. Agar didahulukan anak-anak, orang cacat, dan orang lanjut usia. Hal yang terpenting saat proses evakuasi adalah tetap tenang, tidak panik, serta ikuti arahan yang diberikan petugas yang berwenang. Secara lengkap, tindakan siaga banjir ketika terdapat tanda-tanda banjir seperti dapat dilihat pada Gambar 1.51.

Pada posko evakuasi, ada beberapa tindakan yang perlu diperhatikan. Jangan biarkan anak-anak bermain di daerah banjir, karena berisiko hanyut. Selain itu, kita harus saling membantu sesama pengungsi. Jangan kembali ke rumah sebelum keadaan benar-benar aman dan ada arahan jelas dari petugas yang berwenang.

Setelah banjir surut, kita dapat kembali ke rumah kita masing-masing. Ketika sampai di rumah hendaknya kita jangan langsung masuk rumah. Perhatikan lingkungan sekitar rumahmu. Adakah benda berbahaya atau tidak? Selain itu, periksa keadaan rumah, seperti tembok dan atap rumah. Hal ini bertujuan untuk melihat kondisi rumah, apakah berpotensi runtuh atau tidak. Pastikan rumah cukup aman untuk dimasuki. Selain itu, kita harus memeriksa kabel atau alat elektronik yang terendam air. Jangan langsung menyalakan listrik, hal ini akan berpotensi mengakibatkan korsleting. Ketika membersihkan rumah, kita juga harus berhati-hati jika ada hewan berbahaya di dalam rumah. Secara lengkap diilustrasikan pada Gambar 1.52.



Gambar 1.51 Tindakan yang harus dilakukan saat banjir datang

Sumber: <https://www.bukusekolah.net>



Gambar 1.52 Tindakan saat di pengungsian banjir dan ketika kembali ke rumah setelah banjir

Sumber: <https://www.bukusekolah.net>

Dengan melakukan tindakan siaga banjir di atas, diharapkan kita dapat selamat dari bencana banjir serta mengurangi kerugian harta benda. Akan tetapi, tidak semua langkah tersebut dapat dilakukan. Tindakan siaga bencana bersifat fleksibel, menyesuaikan kondisi dan sumber daya di lingkungan sekitar rumah.



Latihan Soal 3

Jawablah soal di bawah ini dengan benar!

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Hidrosfer?
2. Jelaskan apa yang dimaksud siklus hidrologi?
3. Jelaskan proses dari siklus hidrologi!
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan banjir!
5. Sebutkan 3 penyebab terjadinya banjir!

RANGKUMAN MATERI

1. Hidrosfer berasal dari kata *hidros* yang berarti air dan *sphaira* yang berarti selimut. Jadi, hidrosfer merupakan lapisan air yang menyelimuti Bumi.
2. Hidrosfer tidak hanya meliputi perairan yang luas seperti laut dan samudra. Hidrosfer juga meliputi air di danau, sungai, air tanah, dan uap air yang ada di udara.
3. Air yang ada di Bumi memiliki sebuah siklus yang dinamakan siklus hidrologi atau siklus air.



TES FORMATIF 3

HIDROSFER

I. Pilihan Ganda

1. Lapisan air yang menyelimuti Bumi adalah
 - A. Litosfer
 - B. Atmosfer
 - C. Ionosfer
 - D. Hidrosfer
2. Berikut ini yang termasuk ke wilayah hidrosfer, kecuali
 - A. Sungai
 - B. Bukit
 - C. Danau
 - D. Samudra
3. Curah hujan tinggi, penggundulan hutan, membuang sampah sembarangan, dan aktivitas lain yang merugikan. Hal-hal di atas merupakan penyebab
 - A. Tsunami
 - B. Tanah longsor
 - C. Banjir
 - D. Gempa Bumi
4. Lingkaran peredaran air di bumi yang mempunyai jumlah tetap dan senantiasa bergerak di sebut
 - A. Siklus hidrogen
 - B. Siklus hidrografi
 - C. Siklus hidrosfer
 - D. Siklus hidrologi

- 
5. Peristiwa banjir dapat dianalisis dengan menggunakan siklus air. Pada siklus air peristiwa banjir yang disebabkan oleh aktivitas manusia paling mudah terlihat adalah pada saat
- A. Proses penguapan yang banyak di laut
 - B. Resapan air tanah terganggu karena pohon sudah gundul
 - C. Kurangnya sumber air bersih
 - D. Bentuk Es dan Salju sulit terbentuk di wilayah Asia

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif 3

1. Setelah kamu selesai mengerjakan Tes Formatif 3 ini, silahkan cocokkan jawaban kamu dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat kamu capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang kamu peroleh kurang dari 75 (d disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan), kamu harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catat pada buku catatan kamu bagian mana saja yang masih belum kamu pahami untuk kemudian kamu dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
3. Jika tingkat penguasaan yang kamu peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, kamu dapat melanjutkan ke materi selanjutnya.

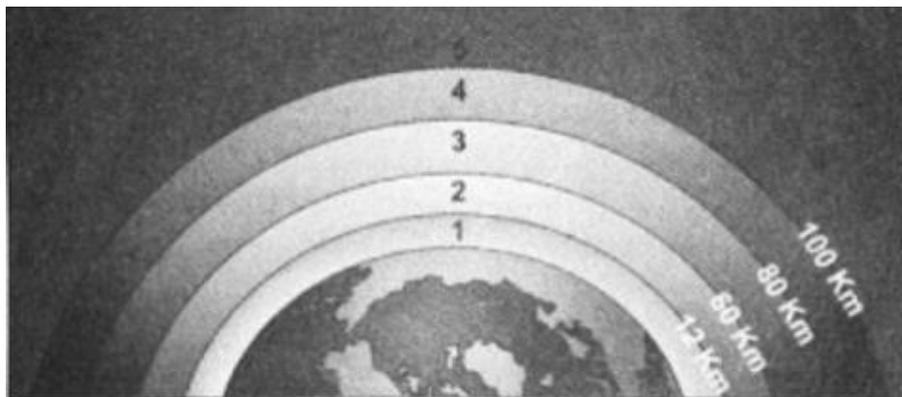


UJI KOMPETENSI 1

LAPISAN BUMI

I. Pilihan Ganda

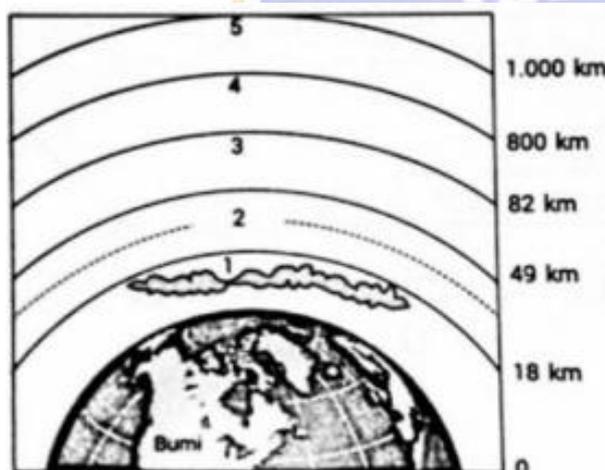
1. Perhatikan bagian-bagian lapisan atmosfer berikut!



Meteor yang menuju Bumi mulai terbakar pada lapisan yang ditunjukkan nomor....

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

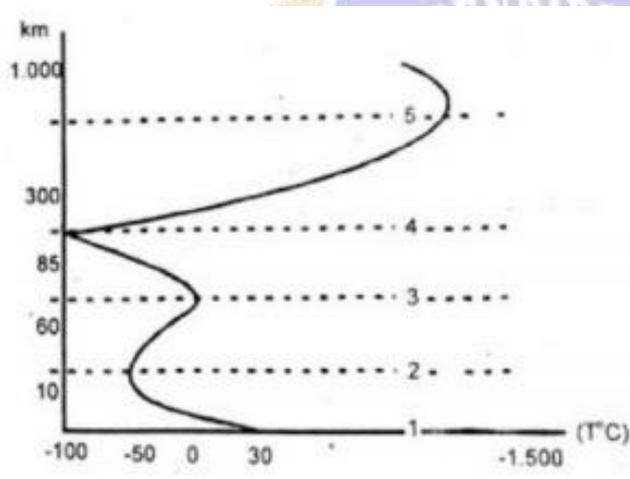
2. Perhatikan gambar berikut!



Lapisan atmosfer yang melindungi kita dari bahaya sinar ultraviolet ditunjukkan pada nomor

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

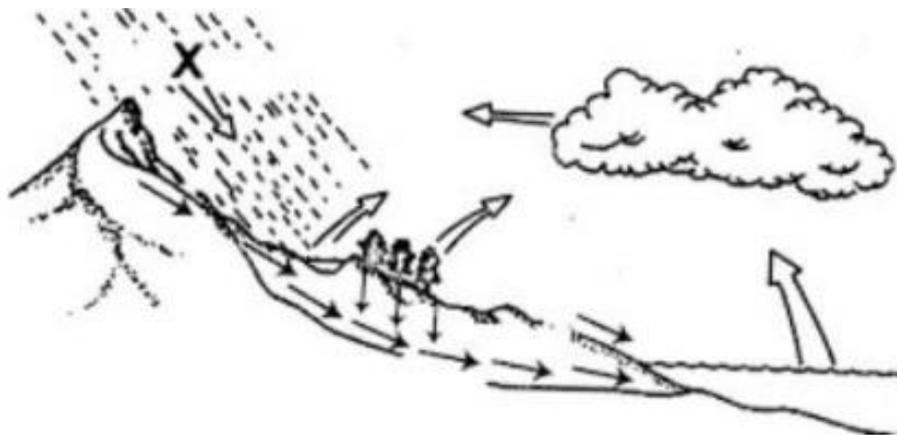
3. Perhatikan grafik suhu lapisan atmosfer pada setiap ketinggian berikut ini!



Lapisan atmosfer yang mengalami peningkatan suhu seiring bertambahnya ketinggian terjadi pada lapisan yang ditunjukkan nomor

- A. 1-2
- B. 2-3
- C. 3-4
- D. 4-5

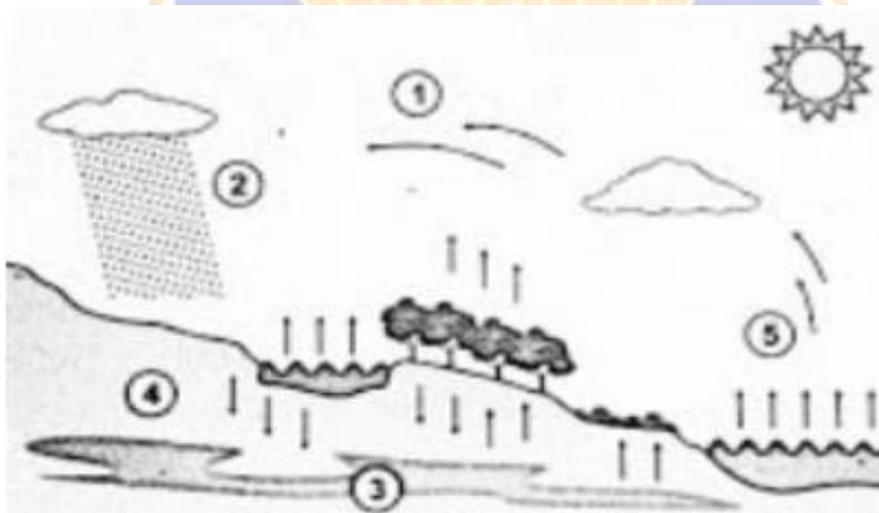
4. Perhatikan ilustrasi siklus hidrologi berikut!



Tanda X pada gambar menunjukkan peristiwa

- A. Kondensasi, uap air yang berubah bentuk menjadi awan
- B. Presipitasi, turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi
- C. Evaporasi, penguapan air dari permukaan laut dan danau ke atmosfer
- D. Transpirasi, penguapan air yang dilakukan tumbuhan

5. Perhatikan ilustrasi siklus hidrologi berikut!



Urutan siklus hidrologi yang benar yang dimulai dari peristiwa penguapan air ditunjukkan oleh nomor

- A. 3, 2, 1, 5, dan 4

- B. 5, 4, 3, 1, dan 2
- C. 3, 1, 2, 4, dan 5
- D. 5, 1, 2, 4, dan 3

6. Perhatikan gambar berikut!



Lapisan bumi yang ditunjukkan oleh huruf X adalah

- A. Mantel bumi
 - B. Inti dalam
 - C. Inti luar
 - D. Atmosfer
7. Menurut Wegener, benua-benua yang sekarang ada berasal dari sebuah benua raksasa yang disebut
- A. Pangea
 - B. Gondwana
 - C. Laurasia
 - D. Amerika

8. Lapisan ozon dapat mengalami gangguan konsentrasi karena adanya gangguan gas yang mampu memecah molekul ozon di atmosfer. Gas yang dapat merusak lapisan ozon tersebut adalah....

- A. CFC
- B. CO₂
- C. NH₃
- D. CO

9. Perhatikan pernyataan berikut ini!

- (1) Pulau Greenland terus bergerak 36 cm setiap tahunnya
- (2) Melebarnya celah di dasar samudera
- (3) Garis pantai Amerika Utara dan Selatan sama dengan garis pantai garis pantai Eropa dan Afrika
- (4) Di temukan fosil binatang laut di puncak pegunungan Himalaya
- (5) Adanya patahan San-Andreas

Bukti pergerakan lempeng tektonik yang dikemukakan Wegener ditunjukkan pada nomor....

- A. 1, 2, dan 5
- B. 1, 3, dan 5
- C. 1, 4, dan 5
- D. 2, 3, dan 5

10. Perhatikan lapisan-lapisan pada atmosfer berikut!

- 1. Eksosfer
- 2. Mesosfer
- 3. Troposfer
- 4. Stratosfer
- 5. Termosfer

Urutan lapisan atmosfer dari yang paling dekat dengan Bumi adalah

- A. 1-2-4-5-3
- B. 3-4-2-1-5
- C. 3-4-2-5-1
- D. 4-5-2-1-3

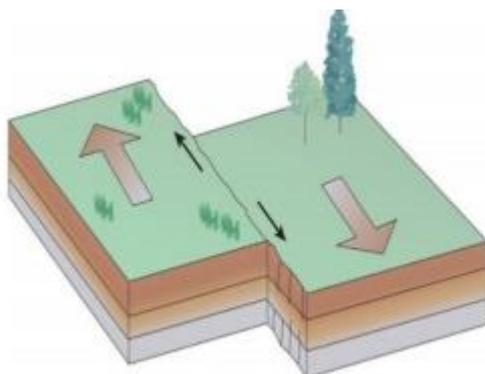
11. Pertemuan dua lempeng atau lebih dan salah satunya turun sehingga berada di bawah lempeng yang lain merupakan jenis pergeseran lempeng

- A. Transform
- B. Divergen
- C. Konvergen
- D. Graben

12. Lempeng tektonik yang meliputi Eropa, Asia, dan daerah Indonesia bagian barat adalah lempeng....

- A. Indo-Australia
- B. Eurasia
- C. Pasifik
- D. Afrika

13. Perhatikan gambar pergerakan lempeng berikut ini!



Tipe gerakan lempeng di atas adalah....

- A. Transform
- B. Divergen
- C. Antiklinal
- D. Konvergen

14. Benua – benua yang ada di permukaan bumi sampai sekarang masih terus bergerak. Hal ini dibuktikan dengan

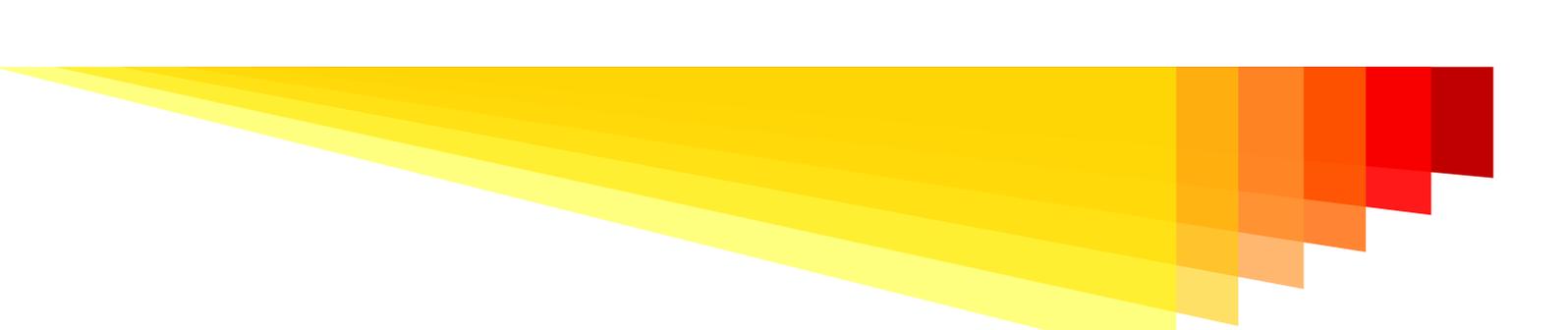
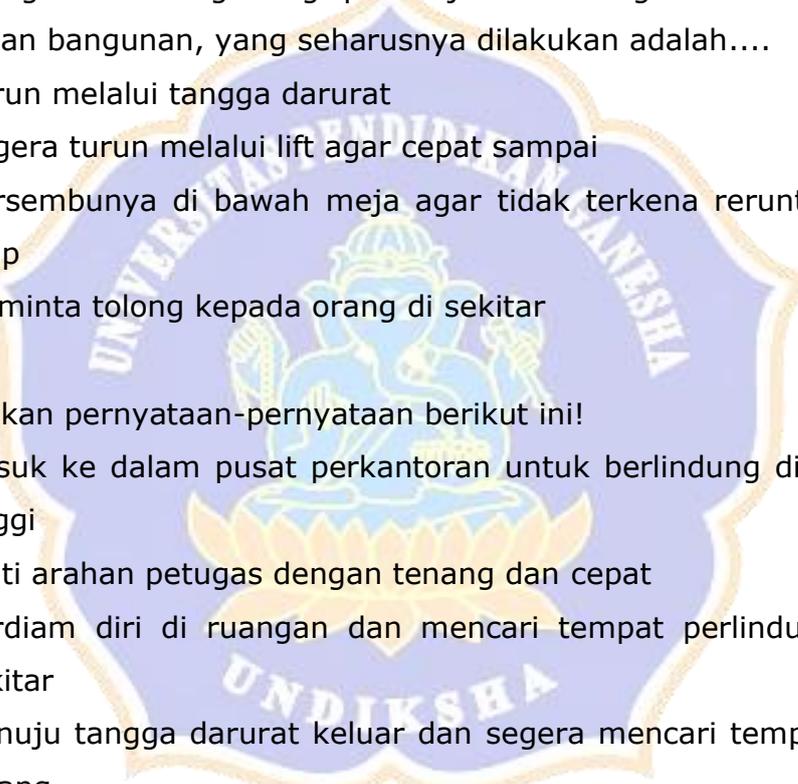
- A. Pematang tengah samudra semakin lebar
- B. Kawasan kutub semakin lebar
- C. Pergeseran magma yang keluar dari gunung api
- D. Dasar samudra yang semakin dekat dengan permukaan

15. Lapisan bumi yang bergerak akibat pengaruh arus konveksi adalah

- A. Litosfer
- B. Astenosfer
- C. Atmosfer
- D. Hidrosfer

16. Berikut ini yang merupakan fungsi dari lapisan ozon di atmosfer adalah

- A. Melindungi Bumi dari cahaya Matahari
- B. Melindungi Bumi dari sinar ultraviolet
- C. Mengatur suhu Bumi
- D. Sebagai pemantul gelombang radio

- 
17. Lapisan atmosfer yang mengandung gas ozon adalah....
- A. Troposfer
 - B. Stratosfer
 - C. Termosfer
 - D. Mesosfer
18. Pada saat terjadi gempa, masih banyak pengunjung yang berada di lantai tiga sebuah gedung pusat jual beli. Agar terhindar dari timbunan bangunan, yang seharusnya dilakukan adalah....
- A. Turun melalui tangga darurat
 - B. Segera turun melalui lift agar cepat sampai
 - C. Bersembunyi di bawah meja agar tidak terkena reruntuhan di atap
 - D. Meminta tolong kepada orang di sekitar
19. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini!
- (1) Masuk ke dalam pusat perkantoran untuk berlindung di tempat tinggi
 - (2) Ikuti arahan petugas dengan tenang dan cepat
 - (3) Berdiam diri di ruangan dan mencari tempat perlindungan di sekitar
 - (4) Menuju tangga darurat keluar dan segera mencari tempat yang lapang
- Mitigasi gempa ketika terjadi saat berada di pusat perkantoran....
- A. 1 dan 3
 - B. 1 dan 4
 - C. 2 dan 3
 - D. 2 dan 4
- 

20. Kejadian gempa sangat rentan terjadi di negara kita, Indonesia. Karena berada di zona tumbukan lempeng samudra dan benua. Tindakan yang paling tepat saat terjadi gempa di kereta api yang sedang berjalan adalah....

- A. Menuju pojok gerbong belakang dan berkumpul dengan penumpang lain
- B. Berdiam diri dan duduk pada kursi yang dekat dengan jendela kereta
- C. Membuka paksa kaca jendela dan pintu kereta lalu melompat
- D. Berpegang erat pada tiang dan bersikap tenang mengikuti petugas



BAB 2

PENCEMARAN LINGKUNGAN

PENDAHULUAN

Pasti kamu tahu kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya seringkali mengorbankan lingkungan. Apakah kamu bisa sebutkan contohnya? Misalnya saja dengan mendirikan pabrik-pabrik. Pengelolaan limbah pabrik yang tidak sesuai aturan pada akhirnya menimbulkan pencemaran terhadap air. Untuk mengatasi pencemaran air tersebut, manusia melakukan penanggulangan dengan cara mengolah air limbah. Selain pencemaran air, masih ada lagi pencemaran lainnya. Apa saja itu? Nah, untuk lebih jelas dalam mempelajari pencemaran lingkungan ini. Mari kita pelajari pada BAB ini.

Dampak Terhadap Lingkungan

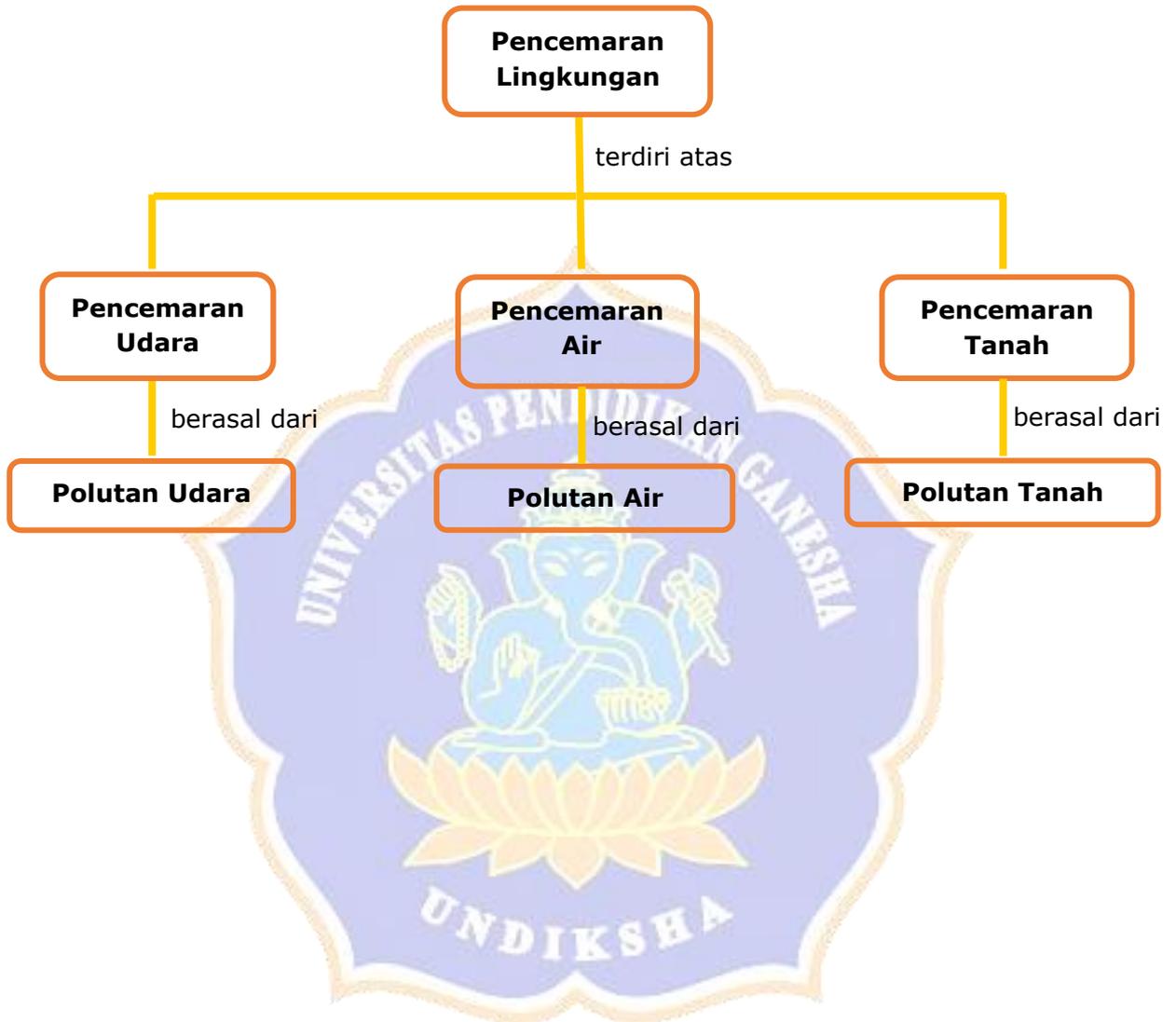
Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar (KD)
3. Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.	3. Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem.
4. Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.	4. Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu mampu:

1. Menjelaskan pengertian Pencemaran Lingkungan
2. Menjelaskan macam-macam Pencemaran Lingkungan.
3. Menjelaskan pengertian pencemaran air melalui penyelidikan
4. Menyelidiki pengaruh air jernih dan tercemar terhadap kondisi (pergerakan) ikan
5. Membuat gagasan tentang bagaimana mengatasi dan mengurangi pencemaran air
6. Menjelaskan pengertian pencemaran udara
7. Menyebutkan faktor-faktor penyebab pencemaran udara
8. Menjelaskan dampak pencemaran udara
9. Menjelaskan pengertian pencemaran tanah
10. Menjelaskan dampak pencemaran tanah
11. Membuat gagasan untuk mengurangi dampak pencemaran tanah

PETA KONSEP



Manusia mempunyai keinginan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup. Bagaimana caranya? Di antaranya dengan mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang.

Pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi berpengaruh terhadap kualitas lingkungan.



Gambar 2.1 Pencemaran lingkungan

Sumber: <https://kumparan.com>

Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan limbah buangan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Tahukah kamu apa itu pencemaran lingkungan? Pencemaran lingkungan merupakan salah satu dari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan.

Terjadinya perubahan lingkungan akan memengaruhi keberadaan atau kelangsungan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Makhluk hidup pada suatu lingkungan selalu tergantung antara satu dengan yang lain. Oleh karena itu, apabila ada salah satu komponen yang berubah, maka akan menyebabkan perubahan pada makhluk hidup lain yang tidak mampu



Gambar 2.2 Daun yang jatuh ke sungai

Sumber: Depdiknas, 2009



Gambar 2.3 Seseorang yang membuang sampah ke sungai

Sumber: Depdiknas, 2009

beradaptasi dengan perubahan yang terjadi. Coba perhatikan kedua gambar di atas.

Apa perbedaan dari kedua gambar tersebut? Coba carilah perbedaan mengenai akibat yang ditimbulkan dari dua kejadian tersebut. Pada Gambar 2.2, beberapa daun jatuh dari pohon ke sungai. Daun-daun tersebut akan terbawa air sungai dan tidak menyebabkan bau dan air tetap jernih. Akan tetapi, pada Gambar 2.3 sampah-sampah yang dibuang ke sungai akan menghambat arus sungai dan dapat menyebabkan bau yang tidak sedap dan menyebabkan air menjadi keruh. Hal ini akan memengaruhi kehidupan makhluk hidup yang berada di sungai.



Definisi Pencemaran

Berikan contoh lain mengenai terganggunya keseimbangan lingkungan karena aktivitas manusia. Keinginan manusia untuk meningkatkan kesejahteraan hidup, akan



Gambar 2.4 Limbah pabrik

Sumber: <https://www.tanindo.net>

memaksanya mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang. Dengan pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi, akan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan.

Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan limbah buangnya mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitarnya. Pencemaran lingkungan merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan. Pencemaran lingkungan (*enviromental pollution*) merupakan segala sesuatu baik berupa bahan-bahan fisika maupun kimia yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem.

Menurut UU RI Nomor 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. Jadi, pencemaran lingkungan terjadi akibat dari kumpulan kegiatan manusia (*populasi*) dan bukan kegiatan perorangan (*individu*). Selain itu, pencemaran dapat diakibatkan oleh faktor alam, contoh gunung meletus yang menimbulkan abu vulkanik. Seperti meletusnya Gunung Merapi.

Kolom Mengingat

Di lingkungan terdapat faktor **abiotik** dan **biotik** yang menyusunnya. Keseimbangan lingkungan hanya dapat terwujud apabila ada keselarasan antara faktor abiotik dan faktor biotik.

Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut **polutan**. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan.

Kapan suatu zat dapat dikatakan sebagai polutan?

- 1) kadarnya melebihi batas kadar normal atau diambang batas;
- 2) berada pada waktu yang tidak tepat;
- 3) berada pada tempat yang tidak semestinya.

1. Jenis-jenis Pencemaran Lingkungan

Kamu tentunya sudah memahami bukan apa itu pencemaran lingkungan? Pencemaran lingkungan dapat dibagi lagi menjadi beberapa jenis. Untuk mengetahui jenis-jenis pencemaran lingkungan silahkan pelajari materi berikut dengan cermat. Pencemaran lingkungan apabila dilihat dari sifat zat pencemarnya dapat dibedakan menjadi tiga macam, meliputi:

a. Pencemaran Biologis

Pencemaran biologis merupakan pencemaran yang disebabkan oleh berbagai macam mikroba. Misalnya *Escherichia coli*, *Salmonella typhosa* dan *Entamoeba coli*. Mikroba-mikroba tersebut dapat memicu timbulnya wabah penyakit. Polutan ini biasanya mencemari air sumur, sungai, maupun danau.

b. Pencemaran Fisik

Pencemaran fisik merupakan pencemaran yang disebabkan oleh benda cair, padat, maupun gas. Benda padat misalnya sampah kaleng, plastik, kaca, karet. Polutan berwujud gas misalnya asap pabrik dan asap kendaraan bermotor. Yang cair misalnya air bekas cucian.

c. Pencemaran Kimiawi

Pencemaran kimiawi merupakan pencemaran yang disebabkan oleh zat-zat kimia. Misalnya zat-zat logam berat yang terdapat dalam industry seperti timbal atau air raksa ataupun senyawa-senyawa non logam seperti senyawa nitrat, asam sulfat, dan zat-zat lain yang dapat mempengaruhi lingkungan mengalami kerusakan atau pencemaran.

Manusia tidak dapat mencegah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh faktor alam. Tetapi manusia, hanya dapat mengendalikan pencemaran yang diakibatkan oleh faktor kegiatannya sendiri. Seperti limbah rumah tangga, industri, zat-zat kimia berbahaya, tumpahan minyak, asap hasil pembakaran hutan dan minyak bumi serta limbah nuklir. Untuk memahami tentang pencemaran, lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan Siswa

Pencemaran Lingkungan

Tujuan

Mengetahui tentang pencemaran lingkungan

Alat dan Bahan:

Alat dan Bahan	Jumlah
Air selokan	100 mL
Air sumur	100 mL
Air mineral	100 mL
Kertas lakmus merah	3 lembar
Kertas lakmus biru	3 lembar
Gelas kimia ukuran 250 mL	3 buah

Langkah Kerja:

1. Siapkanlah air dari selokan depan sekolahmu sebanyak 100 mL, air dari sumur sekolah 100 mL, dan air mineral 100 mL.
2. Siapkan kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru sebanyak masing-masing 3 lembar.
3. Siapkan tiga buah gelas kimia berukuran 250 mL, dan berikanlah label pada gelas masing-masing dengan tabel A, B, dan C.
4. Masukkan air selokan ke dalam gelas kimia berlabel A, air sumur ke dalam gelas kimia berlabel B, dan air mineral pada gelas berlabel C.
5. Periksa keasaman dari masing-masing air dengan menggunakan kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru. Amati warna kertas lakmus sebelum dimasukkan dan sesudah dimasukkan pada gelas kimia. Diskusikan hasilnya dengan temanmu dalam kelompok.

Pertanyaan:

1. Dari hasil pengamatan dan kegiatan diatas, dapatkah kamu menjelaskan hasil yang didapatkan dari masing-masing kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru tersebut terhadap air yang terdapat pada masing-masing gelas kimia?
2. Apa faktor yang menyebabkan kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru dapat berubah warna pada masing-masing air yang ada di dalam gelas kimia? Jelaskan!

Presentasi

Presentasikan hasil pengamatanmu di depan kelas.

B

Pencemaran Air

Dalam kehidupan sehari-hari, makhluk hidup selalu membutuhkan air, termasuk manusia. Kita sangat membutuhkan air bersih untuk berbagai kegiatan, antara lain minum, mandi, mencuci, memasak, dan sebagainya. Salah satu ciri air bersih adalah tidak tercemar. Bagaimana air dikatakan tercemar? Air dikatakan tercemar apabila air itu sudah berubah, baik warna, bau, maupun rasanya. Sesuai dengan hasil kegiatanmu, air yang tercemar memiliki keasaman yang berbeda dengan air yang tidak tercemar.

Pernahkah kamu memperhatikan selokan-selokan di sekitar sekolah atau rumahmu? Apakah menurutmu air yang ada di selokan tersebut masih bersih atau sudah tercemar? Coba kamu perhatikan gambar 2.5 di bawah ini!



Gambar 2.5 Selokan yang Kotor

Sumber: <https://news.detik.com>

Gambar tersebut banyak kita lihat terjadi di lingkungan perkotaan. Banyak selokan yang airnya tampak hitam dan bau. Hal itu menunjukkan bahwa air selokan

tersebut sudah tercemar. Tentu tidak sehat dan tidak enak kita pandang. Tahukah kamu apa itu pencemaran air?

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Pencemaran air merupakan kondisi air yang menyimpang dari sifat-sifat air dari keadaan

normal. Kualitas air menentukan kehidupan di perairan laut ataupun sungai. Apabila perairan tercemar, maka keseimbangan ekosistem di dalamnya juga akan terganggu. Air dapat tercemar oleh komponen-komponen anorganik, di antaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Komponen-komponen logam berat ini berasal dari kegiatan industri. Kegiatan industri yang melibatkan penggunaan logam berat, antara lain industri tekstil, pelapisan logam, cat/tinta warna, percetakan, bahan agrokimia, dan lain-lain.

Air dikatakan tercemar jika air sudah berubah, baik warna, bau, pH, maupun rasanya. Air yang normal tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna sehingga kelihatan bening atau jernih. Pada umumnya, ukuran baik buruknya air didasarkan pada faktor berikut.

1) Parameter Fisika

Parameter fisika pada air terdiri atas suhu, kecerahan, dan kedalaman. Penjelasannya sebagai berikut.

a. Suhu air

Kegiatan industri atau kegiatan lainnya yang memerlukan pendinginan mesin, umumnya didinginkan dengan menggunakan air. Bila tidak ada proses pendinginan sebelumnya. Air sisa yang panas dibuang sebagai limbah dan dapat mencemari lingkungan perairan. Suhu perairan berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan.

TAHUKAH KAMU?



Danau Batur yang tepatnya berada di Bali mengalami pendangkalan dan kondisi airnya masuk dalam kategori tercemar.

Air Danau Batur disebabkan oleh beberapa hal di antaranya karena keberadaan aktivitas KJA, aktivitas boat di dermaga, hingga aktivitas pertanian di sekitar Danau Batur.

Guna mengatasi pencemaran yang terjadi di Danau Batur dengan menerapkan pertanian pola organik mulai dari pupuk hingga sistem perawatan tanaman.

(Sumber: regional.kompas.com)

Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba.

b. Kecerahan

Kecerahan yang dimaksud yaitu sebagian cahaya yang dapat diteruskan masuk ke dalam air. Semakin tinggi kecerahan, semakin besar pula daya tembus cahaya yang jauh masuk ke dalam perairan. Kecerahan yang dimaksud yaitu sebagian cahaya yang dapat diteruskan masuk ke dalam air. Semakin tinggi kecerahan, semakin besar pula daya tembus cahaya yang jauh masuk ke dalam perairan. Dari parameter ini, kita bisa mengetahui sejauh mana kemungkinan terjadinya proses asimilasi yang dilakukan oleh makhluk hidup (tumbuhan air) di dalam air, lapisanlapisan mana yang tidak keruh, dan yang paling keruh. Perairan yang memiliki nilai kecerahan rendah pada waktu cuaca yang normal dapat memberikan suatu petunjuk atau indikasi banyaknya partikel-partikel tersuspensi dalam perairan tersebut.

2) Parameter Kimia

Parameter kimia pada air terdiri dari pH Air dan *Dissolved Oxygen* (DO). Penjelasan sebagai berikut.

a. pH Air

Air yang mempunyai pH antara 6,7 - 8,6 mendukung populasi hewan dan tumbuhan dalam air. Air dapat bersifat asam atau basa tergantung pada besar atau kecilnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Air yang mempunyai pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas 7 akan bersifat basa. Setiap makhluk hidup membutuhkan pH air yang berbeda-beda. Perubahan pH air tersebut, dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup. Oleh sebab itu, pembuangan limbah ke perairan dapat mengubah pH air dan mengakibatkan gangguan pada

mahluk hidup, dapat dikatakan dapat mencemari perairan tersebut.

b. Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/DO) adalah total jumlah oksigen yang ada (terlarut) di air. DO dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. kandungan oksigen dalam air yang ideal adalah antara 3 – 7 mg/l. Kandungan DO pada suatu perairan sangat berhubungan dengan tingkat pencemaran, jenis limbah dan banyaknya bahan organik di suatu perairan.

3) Parameter Biologi

Parameter biologi pada air terdiri dari plankton dan ikan. Penjelasannya sebagai berikut.

a. Plankton

Plankton merupakan salah satu organisme di perairan yang memiliki ukuran sangat kecil dan bergerak sesuai dengan arah arus air. Plankton terbagi atas 2 jenis yaitu zooplankton (hewan) dan fitoplankton (tumbuhan). Di dalam perairan keberadaan plankton sangatlah penting. Artinya jika jumlah plankton di suatu perairan tinggi, maka keberlangsungan hidup seluruh organisme di dalam air tersebut akan terjaga. Fitoplankton dapat melakukan fotosintesis dan menghasilkan oksigen terlarut di dalam air. Di dalam rantai makanan, plankton dijadikan sebagai sumber makanan bagi ikan-ikan kecil yang hidup di perairan tersebut.



b. Ikan

Penyebaran ikan sangat erat sekali hubungannya dengan factor lingkungan. Apabila di dalam suatu perairan jumlah ikan sangat sedikit atau tidak ada sama sekali, dapat dikatakan bahwa perairan tersebut memiliki kualitas air yang buruk. Sedangkan jika terdapat berbagai macam jenis ikan di dalam suatu perairan, maka perairan tersebut mempunyai kualitas air yang sangat baik.

1. Faktor Penyebab Pencemaran Air

Pencemaran air dapat terjadi pada sumber mata air, sumur, sungai, rawa-rawa, danau, dan laut. Bahan pencemaran air dapat berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian.

a. Limbah Industri

Air limbah industri cenderung mengandung zat berbahaya. Oleh karena itu, kita harus mencegahnya agar tidak membuang air limbah industri ke saluran umum. Kegiatan industri selain menghasilkan produk utama (bahan jadi), juga menghasilkan produk sampingan yang tidak terpakai, yaitu limbah. Jenis limbah yang berasal dari industri dapat berupa limbah organik yang bau seperti limbah pabrik tekstil atau limbah pabrik kertas. Selain itu, limbah anorganik berupa cairan panas, berbuih dan berwarna, serta mengandung asam belerang, berbau menyengat. Seperti limbah pabrik baja, limbah pabrik emas, limbah pabrik cat, limbah pabrik pupuk organik, limbah pabrik farmasi, dan lain-lain. Jika limbah industri tersebut dibuang ke saluran air atau sungai, akan menimbulkan pencemaran air dan merusak atau memusnahkan organisme di dalam ekosistem tersebut.

Limbah industri yang berupa logam berat sering dialirkan ke sungai, sehingga sungai menjadi tercemar. Jenis-jenis logam berat adalah raksa, timbal, dan kadmium di mana ketiganya sangat berbahaya bagi manusia apabila mengonsumsinya. Misalnya, pencemaran raksa yang terjadi di Minamata, Jepang. Para nelayan di sekitar teluk Minamata memakan ikan yang tercemar raksa. Akibatnya, mereka mengalami kerusakan saraf yang disebut penyakit Minamata. Lebih dari delapan puluh orang yang meninggal akibat penyakit ini.

b. Limbah Rumah Tangga

Coba perhatikan kegiatan yang terjadi di dalam rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah makan, penginapan, dan sebagainya. Kegiatan-kegiatan di tempat tersebut akan menghasilkan sampah/limbah yang dinamakan limbah rumah tangga. Limbah rumah tangga merupakan limbah yang berasal dari hasil samping kegiatan perumahan.

Seperti limbah rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan (hotel), rumah makan, dan puing-puing bahan bangunan serta besi-besi tua bekas mesin-mesin atau kendaraan. Limbah rumah tangga dapat berasal dari bahan

organik,
anorganik,
maupun
bahan
berbahaya
dan beracun.
Limbah
organik adalah
limbah seperti



Gambar 2.6 Sampah Rumah Tangga
Sumber: <https://radarbali.jawapos.com>



kulit buah sayuran, sisa makanan, kertas, kayu, daun dan berbagai bahan yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Limbah yang berasal dari bahan anorganik, antara lain besi, aluminium, plastik, kaca, kaleng bekas cat, dan minyak wangi.

Di perairan, sampah mengalami proses penguraian oleh mikroorganisme. Akibat penguraian tersebut, kandungan oksigen dalam perairan juga menurun. Menurunnya kandungan oksigen dalam perairan akan merugikan kehidupan biota di dalamnya.

c. Limbah Pertanian

Air limbah pertanian sebenarnya tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Namun dengan digunakannya fertiliser sebagai pestisida yang kadangkadang dilakukan secara berlebihan, sering menimbulkan dampak negatif pada keseimbangan ekosistem air. Pada sektor pertanian juga dapat terjadi pencemaran air. Terutama akibat dari penggunaan pupuk dan bahan kimia pertanian tertentu, seperti insektisida dan herbisida.

Limbah bahan berbahaya dan beracun, antara lain timbul akibat adanya kegiatan pertanian. Kegiatan pertanian biasanya menggunakan obat-obatan pembasmi hama penyakit seperti pestisida, misalnya insektisida. Selain itu, kegiatan pertanian menggunakan pupuk, misalnya urea. Penggunaan pupuk yang berlebihan juga dapat menyebabkan suburnya ekosistem di perairan kolam, sungai, waduk, atau danau. Pupuk yang tidak terserap ke tumbuhan akan terbuang menuju perairan. Akibatnya,

terjadi *blooming algae* atau tumbuh subur nya ganggang di atas permukaan air. Tanaman ganggang ini dapat menutupi seluruh permukaan air, sehingga mengurangi kadar sinar



Gambar 2.7 Blooming Algae

Sumber: <https://www.kompasiana.com>

matahari yang masuk ke dalam perairan tersebut. Akibatnya, proses fotosintesis fitoplankton terganggu dan kadar oksigen yang terlarut dalam air menurun sehingga merugikan makhluk hidup lain yang berada di dalamnya.

2. Dampak Pencemaran Air

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak yang tidak menguntungkan bagi lingkungan, seperti hal-hal berikut.

a. Penurunan Kualitas Lingkungan

Pembuangan bahan tercemar secara langsung ke dalam perairan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada perairan tersebut. Misalnya, pembuangan limbah organik dapat menyebabkan peningkatan mikroorganisme atau kesuburan tanaman air, sehingga menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam air. Hal ini menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam air, sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem di dalamnya.

b. Gangguan Kesehatan

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai penyakit. Tidak menutup kemungkinan di dalam air limbah tersebut mengandung virus dan bakteri yang menyebabkan penyakit. Air limbah juga bisa digunakan sebagai sarang nyamuk dan lalat yang dapat membawa (vektor) penyakit tertentu. Berikut dijabarkan beberapa penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air.

Tabel 2.1 Hasil Pengamatan Lingkungan

No.	Penyebab	Penyakit
1.	Virus - Rota virus - Virus hepatitis A - Virus poliomyelitis	Diare pada anak Hepatitis A Poliomyelitis
2.	Bakteri - <i>Vibrio cholerae</i> - <i>E. coli</i> - <i>Salmonella typhi</i> - <i>Salmonella paratyphi</i> - <i>Shigella dysenteriae</i>	Kolera Diare atau disentri Tifus abdominale Paratifus Disentri
3.	Protozoa - <i>Entamoeba histolytica</i> - <i>Balantidia</i> - <i>Glardia lamblia</i>	Disentri amoeba Balantidiasis Giardiasis
4.	Metazoa - <i>Ascaris lumbricoide</i>	Ascariasis Clonorchiasis Dyphylobothriasis

No.	Penyebab	Penyakit
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Clonorchis sinensis</i> - <i>Diphyllobatium latum</i> - <i>Taenia saginata/solium</i> - <i>Schistosoma</i> 	Taeniasis Schistosomiasis

Sumber: Kemendikbud, 2017

c. Pemekatan Hayati

Coba kamu pikirkan apabila suatu perairan tercemar oleh bahan beracun. Bahan beracun itu dapat meresap ke dalam tubuh alga, atau mikroorganisme lainnya. Selanjutnya, hewan-hewan kecil (zooplankton) akan memakan alga tersebut, kemudian zooplankton akan dimakan oleh ikan-ikan kecil dan ikan besar akan memakan ikan yang kecil. Apabila ikan-ikan besar tersebut ditangkap oleh manusia dan dimakan, maka bahan beracun tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia.

Zooplankton yang makan alga tidak hanya satu, tetapi banyak sel alga. Dengan demikian, zooplankton tersebut sudah mengandung bahan beracun yang banyak. Demikian juga halnya dengan ikan kecil yang memakan zooplankton, dan ikan besar akan memakan ikan kecil tidak hanya satu. Makin banyak memakan ikan-ikan kecil, maka makin banyak bahan pencemar yang masuk ke tubuh ikan besar.

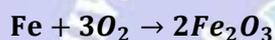
d. Mengganggu Pemandangan

Kadang-kadang air limbah mengandung polutan yang tidak mengganggu kesehatan dan ekosistem, tetapi mengganggu pemandangan kota. Meskipun air yang tercemar tidak menimbulkan bau, perubahan warna air

mengganggu pandangan mata kita. Hal ini tentu mengganggu kenyamanan dan keasrian kota.

e. Mempercepat Proses Kerusakan Benda

Ada sebagian air limbah yang mengandung zat yang dapat diubah oleh bakteri *anaerob* menjadi gas yang dapat merusak seperti H₂S. Gas ini dapat mempercepat proses perkaratan pada besi. Proses perkaratan besi merupakan salah satu contoh perubahan kimia. Besi sebelum berkarat merupakan unsur Fe, tetapi besi setelah berkarat berubah menjadi senyawa Fe₂O₃. Bisa dirumuskan sebagai berikut:



Agar terhindar dari hal-hal di atas, sebaiknya sebelum dibuang, air limbah harus diolah terlebih dahulu dan memenuhi ketentuan Baku Mutu Air Limbah.

Kolom Mengingat

Perubahan kimia adalah perubahan zat yang dapat menghasilkan atau membentuk zat baru dengan sifat kimia yang berbeda dengan zat asalnya.



Kegiatan Siswa

Dampak Pencemaran Air

Tujuan

Mengetahui tentang dampak pencemaran air

Alat dan Bahan:

Alat dan Bahan	Jumlah
Gelas bekas air mineral 200 mL	3 buah
Air mineral	450 mL
Ikan kecil	3 ekor
Detergen	Secukupnya
Sendok kecil	1 buah

Langkah Kerja:

1. Siapkanlah tiga buah gelas bekas air mineral yang ukurannya sama (200 mL).
2. Berilah label pada masing-masing gelas dengan menuliskan A, B, dan C.
3. Isilah masing-masing gelas dengan air mineral sebanyak 150 mL (mengukur air dengan menggunakan gelas ukur). Kalau tidak ada gelas ukur, isilah dengan jumlah yang sama banyak.
4. Siapkanlah tiga ekor ikan kecil sejenis yang ukuran besarnya sama (kamu dapat menggunakan ikan kecil apapun yang ukurannya sama yang ada di daerahmu).
5. Siapkanlah detergen dan sendok kecil atau untuk lebih detail kamu dapat menggunakan timbangan digital untuk mengukur jumlah detergennya.
5. Ambillah satu sendok kecil detergen, lalu masukkan ke dalam gelas B.
6. Lakukanlah hal yang sama dengan ukuran dua kalinya (dua sendok kecil) detergen dan masukkan ke dalam gelas C.
7. Gelas A tidak ditambahkan detergen.
8. Setelah semuanya siap, ambillah ikan kecil yang kamu siapkan dan masukkan ke dalam gelas masing-masing satu ekor.
9. Amatilah apa yang terjadi pada ikan (kondisi) pada periode waktu tertentu. Catatlah semua hasil pengamatanmu.

Pertanyaan:

1. Dari hasil pengamatan dan kegiatan diatas, dapatkah kamu menjelaskan hal yang terjadi pada ikan dari masing-masing gelas bekas air mineral tersebut?
.....
2. Apa yang menyebabkan ikan pada masing-masing gelas bekas air mineral kondisinya berbeda? Jelaskan!
.....

Presentasi

Laporkan hasil kegiatanmu. Presentasikan di depan kelas.

3. Cara Memisahkan Campuran

Agar memperoleh zat murni, penyusun campuran tersebut harus dipisahkan. Zat-zat dalam campuran tersebut dapat

dipisahkan secara fisika. Prinsip pemisahan campuran didasarkan pada perbedaan sifat-sifat fisis zat penyusunnya, seperti wujud zat, ukuran partikel, titik leleh, titik didih, sifat magnetik, kelarutan, dan lain sebagainya.

Metode pemisahan campuran banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk penjernihan air dan pembuatan garam. Dalam hal ini, penjernihan air bisa digunakan untuk pengolahan air limbah sebagai salah satu cara dalam penanggulangan pencemaran air.

Beberapa metode pemisahan campuran yang sering digunakan antara lain penyaringan (filtrasi), sentrifugasi, sublimasi, kromatografi, dan distilasi.

a. Filtrasi (Penyaringan)

Salah satu metode pemisahan yang paling sederhana adalah metode filtrasi (penyaringan). **Penyaringan** adalah metode pemisahan campuran yang digunakan untuk memisahkan cairan dan padatan yang tidak larut berdasarkan pada perbedaan ukuran partikel zat-zat yang bercampur.



Gambar 2.8 Penyaringan air
Sumber: Kemendikbud, 2017

b. Sentrifugasi

Metode jenis ini sering dilakukan sebagai pengganti filtrasi jika partikel padatan yang terdapat dalam campuran memiliki ukuran sangat halus dan jumlah campurannya lebih sedikit. Metode



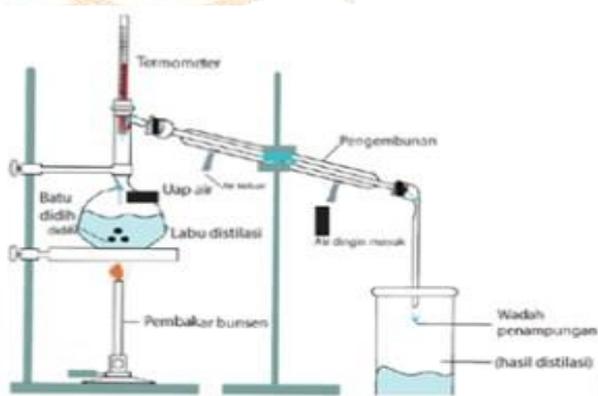
Gambar 2.9 Alat Sentrifugasi

Sumber: Kemendikbud, 2017

sentrifugasi digunakan secara luas untuk memisahkan sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih dari plasma darah. Dalam hal ini, padatan adalah sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih yang akan mengumpul di dasar tabung reaksi, sedangkan plasma darah berupa cairan yang berada di bagian atas.

c. Distilasi (Penyulingan)

Pemisahan campuran dengan cara distilasi (penyulingan) banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam kegiatan industri. Pemisahan campuran dengan cara penyulingan digunakan untuk memisahkan suatu zat cair dari campurannya. Prinsip



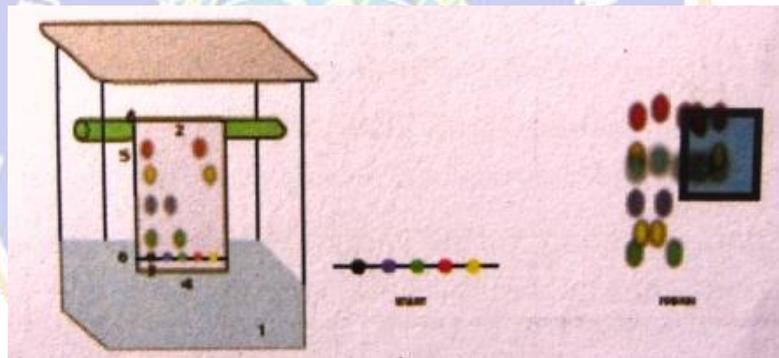
Gambar 2.10 Pemisahan campuran dengan cara destilasi

Sumber: Kemendikbud, 2017

kerjanya didasarkan pada perbedaan titik didih dari zat cair yang bercampur, sehingga saat menguap setiap zat akan terpisah. Dalam dunia industri prinsip ini digunakan pada penyulingan minyak bumi. Minyak bumi terdiri atas atau terbagi atas berbagai macam komponen minyak bumi yang berbeda titik didihnya.

d. Kromatografi

Metode pemisahan dengan cara kromatografi digunakan secara luas dalam berbagai kegiatan. Di antaranya untuk memisahkan berbagai zat warna dan tes urine untuk seseorang yang dicurigai menggunakan obat terlarang atau seorang atlet yang dicurigai menggunakan doping.



Gambar 2.11 Pemisahan campuran dengan cara kromatografi

Sumber: <https://www.pembelajaranmu.com>

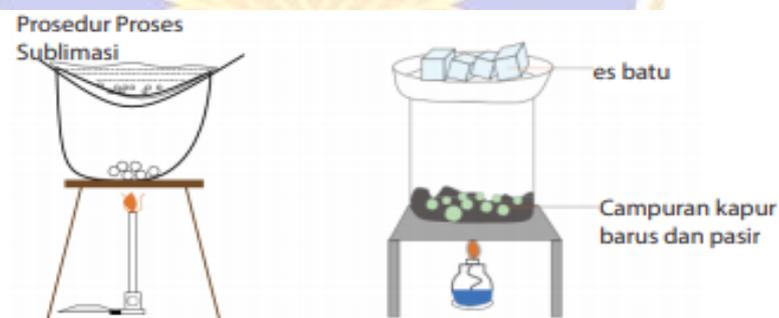
Kromatografi merupakan metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan kecepatan merambat antara partikel-partikel yang bercampur dalam suatu medium diam ketika dialiri suatu medium gerak.

Pemisahan campuran dengan cara kromatografi pada umumnya digunakan untuk mengidentifikasi suatu zat yang berada dalam suatu campuran. Prinsip kerjanya didasarkan pada perbedaan kecepatan merambat antara partikel-

partikel zat yang bercampur dalam suatu medium diam ketika dialiri suatu medium gerak. Contoh untuk mengidentifikasi kandungan zat tertentu dalam suatu bahan makanan, mengidentifikasi hasil pertanian yang tercemar oleh pestisida, dan masih banyak lagi penggunaan pemisahan campuran dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan cara kromatografi. Jenis kromatografi yang paling banyak digunakan adalah kromatografi kertas. Jenis kromatografi lain adalah kromatografi lapis tipis dan kromatografi gas.

e. Sublimasi

Prinsip kerja metode pemisahan campuran dengan cara sublimasi didasarkan pada campuran zat yang memiliki satu zat yang dapat menyublim (perubahan wujud padat ke wujud gas) sedangkan zat yang lainnya tidak dapat menyublim. Contohnya, campuran iodin dengan garam dapat dipisahkan dengan cara sublimasi.



Gambar 2.12 Metode sublimasi

Sumber: Kemendikbus, 2017

4. Cara Penanggulangan Pencemaran Air

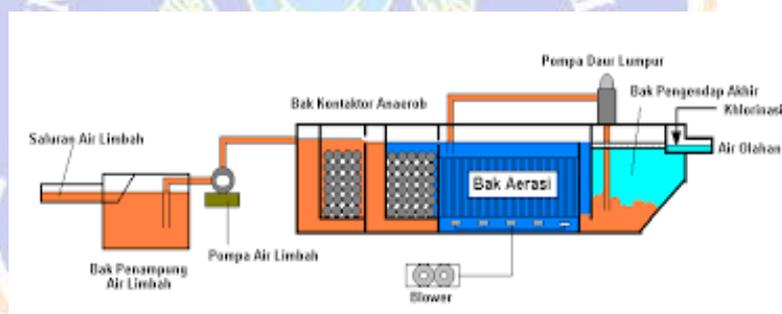
Pengolahan limbah bertujuan untuk menetralkan air dari bahan-bahan tersuspensi dan terapung, menguraikan bahan *organik biodegradable* (yakni bahan organik yang dapat terurai oleh

aktivitas makhluk hidup), meminimalkan bakteri patogen, serta memerhatikan estetika dan lingkungan.

Pengolahan air limbah dapat dilakukan sebagai berikut (Sulistyorini, 2009).

a. Pembuatan Kolam Stabilisasi

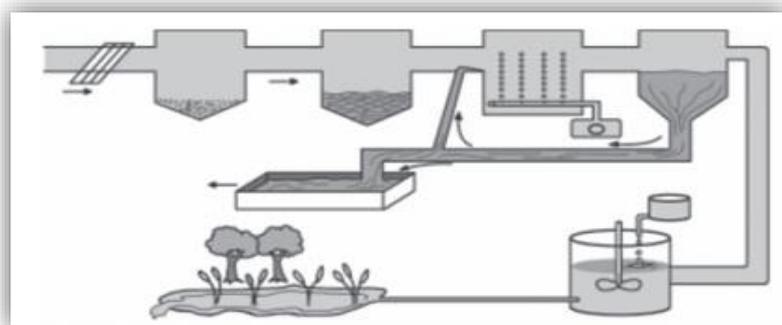
Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralisasi zat-zat pencemar sebelum air limbah dialirkan ke sungai. Kolam stabilisasi yang umum digunakan adalah kolam *anaerobik*, kolam *fakultatif* (pengolahan air limbah yang tercemar bahan organik pekat), dan kolam *maturasi* (pemusnahan mikroorganisme patogen). Kolam *stabilisasi* ini dapat digunakan oleh semua kalangan karena mudah memilikinya dan murah harganya.



Gambar 2.13 Kolam stabilisasi

Sumber: <http://www.kelair.bppt.go.id>

b. IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)



Gambar 2.14 Instalasi Pengolahan Air Limbah

Sumber: Kesehatan Lingkungan, 2005



Pengolahan air limbah ini menggunakan alat-alat khusus. Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu:

a) *Primary Treatment* (Pengolahan Pertama)

Primary treatment merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi.

b) *Secondary Treatment* (Pengolahan Kedua)

Secondary treatment merupakan pengolahan kedua *Secondary treatment* merupakan pengolahan kedua yang bertujuan untuk mengoagulasikan, menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah.

c) *Tertiary Treatment* (Pengolahan Lanjutan)

Tertiary treatment merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan fosfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen.

c. Pengelolaan Excreta

Excreta banyak terkandung dalam air limbah rumah tangga. *Excreta* banyak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit. Jika tidak dikelola dengan baik, *excreta* dapat menimbulkan berbagai penyakit. Pengelolaan *excreta* dapat dilakukan dengan menampung dan mengolahnya pada jamban atau *septictank* yang ada di sekitar tempat tinggal, dialirkan ke tempat pengelolaan, atau dilakukan secara kolektif.



Proses *reuse* dilakukan untuk sampah yang tidak dapat terurai dan dapat dimanfaatkan ulang. Misalnya botol bekas sirop dapat digunakan lagi untuk menyimpan air minum.

3)Reduce

Reduce adalah melakukan pengurangan bahan/penghematan. Contohnya jika akan berbelanja ke pasar atau supermarket, sebaiknya dari rumah membawa tas. Janganlah meminta tas plastik dari toko atau supermarket kalau akhirnya hanya dibuang saja.

4)Repair

Repair artinya melakukan pemeliharaan. Contohnya membuang sampah tidak sembarangan, terutama tidak membuang sampah di perairan.

Ayo Diskusikan



Pencemaran air sudah sangat memprihatinkan, sehingga membutuhkan peran serta semua pihak untuk mengatasi dan mengurangi pencemaran tersebut. Coba pikirkanlah.

Bagaimana cara kamu membantu mengatasi dan mengurangi pencemaran air?



Latihan Soal 4

Jawablah soal di bawah ini dengan benar!

1. Apa yang dimaksud dengan pencemaran air?
2. Sebutkan 3 penyebab pencemaran air!
3. Sebutkan 3 contoh langkah/cara penting untuk mengurangi pencemaran detergen di perairan!
4. Usaha apa yang bisa kamu lakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air?
5. Sebutkan dampak pencemaran air bagi lingkungan!

RANGKUMAN MATERI

1. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.
2. Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak yang tidak menguntungkan bagi lingkungan, misalnya: terjadinya penurunan kualitas lingkungan, gangguan kesehatan, pemekatan hayati, mengganggu pemandangan, dan mempercepat kerusakan benda.
3. Usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air antara lain: mengurangi penggunaan detergen; menggunakan bahan organik dan ramah lingkungan untuk kegiatan pertanian, peternakan, dan perikanan; perencanaan AMDAL, serta gerakan penghijauan dan reboisasi.



TES FORMATIF 4

PENCEMARAN AIR

I. Pilihan Ganda

1. Salah satu pencemaran lingkungan adalah pencemaran Air. Apa yang menyebabkan pencemaran air?
 - A. Masuknya polutan zat cair dan padat ke dalam ekosistem air
 - B. Masuknya polutan zat cair dan padat ke dalam tanah
 - C. Pencemaran oleh gas-gas kendaraan bermotor
 - D. Rusaknya ekosistem air karena terlalu banyak ikan yang hidup
2. Limbah pertanian yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan adalah
 - A. Detergen
 - B. Minyak
 - C. Pestisida
 - D. Sisa makanan
3. Berikut ini yang merupakan ulah manusia yang dapat menyebabkan pencemaran air adalah
 - A. Menanam tumbuhan air dan membuang sabun disungai
 - B. Melakukan terasering, menjaga ekosistem dan biota sungai
 - C. Membuang sampah cair, padat ke sungai, menggunakan pestisida secara berlebihan
 - D. Tidak membuang sampah di sungai, menjaga kebersihan sungai

4. Perhatikan pernyataan di bawah ini.

- i) Gangguan kesehatan
- ii) Menimbulkan keindahan lingkungan
- iii) Penurunan kualitas lingkungan
- iv) Meningkatnya daya tahan tubuh

Dari pernyataan di atas, manakah yang merupakan dampak buruk dari air limbah

- A. i dan ii
- B. ii dan iv
- C. i dan iii
- D. iii dan iv

5. Agar limbah rumah tangga yang mengalir ke sungai tidak mencemari ekosistem sungai maka usaha yang dilakukan adalah

- A. Melakukan penyaringan terlebih dahulu agar zat kimia yang terdapat dalam limbah tidak masuk ke sungai
- B. Melakukan pembuangan limbah sedikit demi sedikit namun terus menerus
- C. Pembuangan dilakukan secara besar-besaran agar tidak terlalu sering melakukan pembuangan
- D. Pembuangan dilakukan malam hari agar tidak mengenai penduduk yang beraktifitas di sungai

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif 4

1. Setelah kamu selesai mengerjakan Tes Formatif 4 ini, silahkan cocokkan jawaban kamu dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat kamu capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang kamu peroleh kurang dari 75 (d disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan), kamu harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catat pada buku catatan kamu bagian mana saja yang masih belum kamu pahami untuk kemudian kamu dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
3. Jika tingkat penguasaan yang kamu peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, kamu dapat melanjutkan ke materi selanjutnya.

C

Pencemaran Udara

Udara adalah salah satu faktor abiotik yang memengaruhi kehidupan komponen *biotik* (makhluk hidup). Udara mengandung senyawa-senyawa dalam bentuk gas, di antaranya mengandung gas yang



Gambar 2.16 Polusi udara dari asap pabrik

Sumber: <https://www.liputan6.com>

amat penting bagi kehidupan, yaitu oksigen. Dalam atmosfer bumi terkandung sekitar 20% oksigen yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di dalamnya. Oksigen berperan dalam

pembakaran senyawa karbohidrat di dalam tubuh organisme melalui pernapasan. Reaksi pembakaran tidak hanya terjadi di dalam tubuh, namun kita pun sering melakukannya, seperti pembakaran sampah atau lainnya.

Hasil samping dari pembakaran adalah senyawa karbon (CO_2 dan CO) yang akan dibuang ke udara. Meningkatnya populasi makhluk hidup, maka proses pembakaran pun semakin meningkat. Dengan demikian, konsentrasi senyawa karbon di udara meningkat. Karbon dioksida amat penting bagi proses pembuatan makanan (fotosintesis) bagi tumbuhan. Dengan demikian, peningkatan senyawa karbon di udara dapat teratasi. Namun, dengan meningkatnya populasi manusia menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal meningkat. Hal ini membuat pembukaan ladang atau hutan untuk pemenuhan permintaan tempat tinggal ini. Belum lagi kasus *illegal logging* (penebangan liar) yang membuat populasi tumbuhan berkurang. Padahal hasil dari pembentukan makanan melalui fotosintesis menghasilkan oksigen yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Dengan demikian mulai terjadi kasus tentang pencemaran udara.



Pencemaran udara didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana udara mengandung senyawa-senyawa kimia atau substansi fisik maupun biologi dalam jumlah yang memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia, hewan, ataupun tumbuhan, serta merusak keindahan alam serta kenyamanan, atau merusak barang-barang perkakas (*properti*).

1. Macam-macam Pencemaran Udara

a. Pencemaran Udara Primer

Pencemaran udara ini disebabkan langsung dari sumber pencemar. Contohnya peningkatan kadar karbon dioksida yang disebabkan oleh aktivitas pembakaran oleh manusia.

b. Pencemaran Udara Sekunder

Berbeda dengan pencemaran udara primer, pencemaran udara sekunder terjadi disebabkan oleh reaksi antara substansi-substansi pencemar udara primer yang terjadi di atmosfer. Misalnya, pembentukan ozon yang terjadi dari reaksi kimia partikel-partikel yang mengandung oksigen di udara.

2. Faktor Penyebab Pencemaran Udara

Beberapa kegiatan baik dari alam ataupun manusia menghasilkan senyawa-senyawa gas yang membuat udara tercemar. Berikut ini adalah penyebab pencemaran udara.

a. Aktivitas Alam

Aktivitas alam dapat menimbulkan pencemaran udara di atmosfer. Kotoran-kotoran yang dihasilkan oleh hewan ternak mengandung senyawa metana yang dapat meningkatkan suhu bumi dan akibatnya terjadi pemanasan global. Proses yang serupa terjadi pada siklus nitrogen di atmosfer.

Selain itu, bencana alam seperti meletusnya gunung berapi dapat menghasilkan abu vulkanik yang mencemari udara

sekitar yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan tanaman. Kebakaran hutan yang terjadi akan menghasilkan karbon dioksida dalam jumlah banyak yang dapat mencemari udara dan berbahaya bagi kesehatan hewan dan manusia.

b. Aktivitas Manusia

Kegiatan-kegiatan manusia kini kian tak terkendali, kemajuan industri dan teknologi membawa sisi negatif bagi lingkungan. Mengapa? Karena tidak ditangani dengan baik.

Berikut ini merupakan pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia.

- 1) Pembakaran sampah
- 2) Asap-asap industri
- 3) Asap kendaraan
- 4) Asap rokok
- 5) Senyawa-kimia buangan seperti CFC, dan lain-lain.

Kamu pasti sudah tahu benda yang menyebabkan polusi udara ada bermacam-macam, antara lain karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), nitrogen dioksida (NO₂), oksida belerang (SO₂ dan SO₃), debu, dan asap. Jika kamu perhatikan sebelumnya, bahan-bahan pencemar tersebut yang sudah disebutkan diatas itu merupakan bahan-bahan yang dihasilkan dari pembakaran mesin kendaraan, mesin-mesin pabrik, dan pembakaran hutan. Selanjutnya coba kamu perhatikan tabel di bawah ini!

Tabel 2.2 Jenis-jenis Polutan Udara

Jenis	Contoh	Sumber Utama
Oksida-oksida karbon	CO, CO ₂	Pembakaran tak sempurna, pembakaran
Oksida-oksida nitrogen	NO, NO ₂ , N ₂ O	Pembakaran

Jenis	Contoh	Sumber Utama
Oksida sulfat	SO	Pembakaran bahan bakar mengandung sulfur
Partikel	Debu	Aktivitas alam, industri
Volatil Organic Compounds (VOC)	CH ₄	Degradasi limbah pertanian
Logam berat	Merkuri	Pembakaran pada insinerator

Sumber: Kemendikbud, 2017

Salah satu penyebab pencemaran udara adalah karbon monoksida. Dari manakah asal karbon monoksida? Karbon monoksida terbentuk dari pembakaran yang tidak sempurna. Kendaraan dan mesin-mesin pabrik yang sudah tua menjadi tidak sempurna pembakarannya dan berakibat terbentuklah karbon monoksida.

Salah satu karbon monoksida yang paling banyak mengganggu manusia adalah karbon monoksida yang berasal dari asap rokok. Bahan pencemar lain yang juga sangat berbahaya bagi kesehatan adalah belerang, asap, dan debu. Debu dan asap merupakan bahan-bahan padat kecil yang dapat mengganggu kesehatan pernapasan.



Kegiatan Siswa

Sumber Pencemaran Udara

Tujuan

Mengetahui tentang sumber pencemaran udara

Perhatikan lingkungan di sekitar kamu, apakah kamu menemukan pencemaran udara? Lengkapilah tabel di bawah ini!

Tabel 2.3 Pengamatan Lingkungan Sekitar

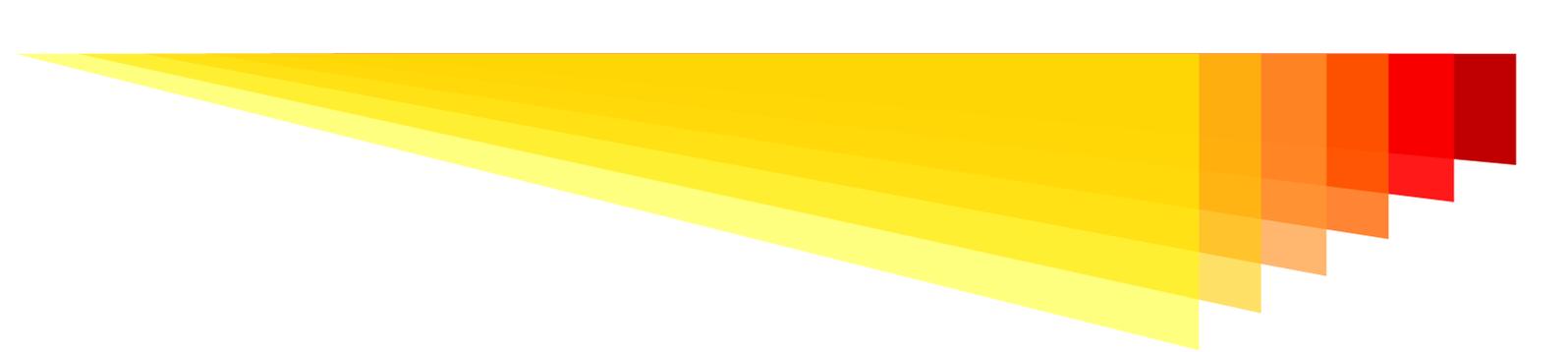
No	Sumber Pencemaran	Kasus yang Ditemukan
1.	Sumber Alami	
2.	Akibat Kegiatan Manusia	

3. Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara mengakibatkan kerugian bagi banyak organisme penghuni bumi. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara antara lain bagi kesehatan, tumbuhan, efek rumah kaca, dan rusaknya lapisan ozon.

a. Kesehatan

Terbukti bahwa kualitas udara yang menurun akibat pencemaran menimbulkan berbagai penyakit. **ISPA (infeksi saluran pernapasan)** adalah salah satunya. Saluran pernapasan merupakan gerbang masuknya udara ke dalam tubuh. Udara yang kotor membawa senyawa-senyawa yang tidak baik bagi kesehatan. Tentu saja, pengendapan-pengendapan logam yang terlarut pada udara



dapat mengendap di paru-paru dan dapat menimbulkan iritasi.

Akibat yang lebih serius dari polusi udara adalah emfisema, yaitu gejala kesulitan pengangkutan oksigen. Kadar karbon monoksida yang terlalu banyak di udara (lebih banyak dari oksigen) dapat menghambat pengikatan oksigen di dalam tubuh. Oleh karena itu tubuh akan kekurangan oksigen, sehingga sesak napas, terjadi pusing, dan berlanjut pada kematian apabila tidak ditangani dengan baik.

b. Bagi Tumbuhan

Abu vulkanik dari meletusnya gunung berapi membuat udara tercemar dan memicu terpicunya hujan asam. Hujan asam mengandung senyawa sulfur yang bersifat asam. Kondisi asam ini dapat mematikan tanaman setempat. Oleh karena itu kita sering menemui begitu banyak tanaman dan pohon yang rusak akibat hujan asam atau abu vulkanik.

c. Efek Rumah Kaca

Konsentrasi karbon dioksida dan karbon monoksida yang tinggi di atmosfer akan memicu terjadinya efek rumah kaca, yakni peningkatan suhu bumi. CO dan CO₂ akan membentuk semacam lapisan yang akan menahan panas bumi keluar, sehingga panas yang ditimbulkan bumi akan terkungkung di dalam seperti pada rumah kaca.

d. Rusaknya Lapisan Ozon

Tentu kamu tahu Ozon (O₃) di alam terdapat dalam jumlah kecil. Lapisan ozon berada di stratosfer, ketinggian 20-35 km dari permukaan bumi. Coba apa manfaat lapisan ozon bagi kita? Lapisan ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B) yang

dipancarkan oleh matahari. Sinar UV yang dihasilkan oleh matahari dapat memicu kanker. Dengan adanya ozon, masuknya sinar UV ini akan diredam sehingga dampak yang ditimbulkan lebih sedikit. Selanjutnya coba kamu perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 2.17 Ilustrasi Fungsi Lapisan Ozon

Sumber: <https://www.seratusinstitute.com>

Bagaimana pembentukan dan penguraian molekul-molekul ozon? Pembentukan dan penguraian molekul-molekul ozon terjadi secara alami di lapisan stratosfer. Emisi CFC yang mencapai stratosfer dan bersifat sangat stabil menyebabkan laju penguraian molekul-molekul ozon lebih cepat dari pembentukannya, sehingga terbentuk lubang-lubang pada lapisan ozon.

CFC merupakan senyawa yang sering digunakan dalam produk-produk pendingin (*freezer*, AC) dan aerosol. Ketika CFC terurai di atmosfer, maka akan memicu reaksi dengan oksigen penyusun ozon. Dengan demikian, ozon akan terurai yang menyebabkan lapisan ozon berlubang. Padahal lapisan ozon berfungsi sebagai pelindung Bumi dari panas yang dipancarkan oleh Matahari.

Sinar UV yang dihasilkan oleh Matahari dapat memicu kanker, dengan adanya ozon, masuknya sinar UV ini akan

diredam sehingga dampak yang ditimbulkan lebih sedikit. Sayangnya, pemanasan global yang kini terjadi salah satunya diakibatkan oleh rusaknya lapisan ozon. Pada saat ini CFC untuk pendingin dan aerosol telah diganti dengan bahan lain yang ramah lingkungan.



Kegiatan Siswa

Dampak Pencemaran Udara

Tujuan

Mengetahui tentang dampak pencemaran udara

Untuk lebih memahami dampak pencemaran udara bagi lingkungan sekitar, lengkapi tabel di bawah ini!

Tabel 2.4 Dampak Pencemaran Udara Bagi Lingkungan

No	Aspek yang Dipengaruhi	Penyebab	Akibat yang Ditimbulkan
1.	Kesehatan		
2.	Tumbuhan		
3.	Efek Rumah Kaca		
4.	Rusaknya Lapisan Ozon		

4. Cara Penanggulangan Pencemaran Udara

Beberapa cara yang dapat kita lakukan untuk mengurangi pencemaran udara, di antaranya adalah:

- 1) Menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan untuk kendaraan bermotor
- 2) Mengurangi penggunaan kendaraan bermotor, gunakan sepeda atau berjalan kaki untuk perjalanan yang relatif dekat

- 3) Melakukan gerakan penanaman pohon untuk memperbanyak produksi oksigen
- 4) Mengolah asap pabrik, seperti yang dilakukan oleh PT Semen Padang mengubah asap pabrik menjadi listrik yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Asap seperti yang terlihat pada gambar berikut



Gambar 2.18 Unit pengelolaan asap

Sumber: <https://industri.kontan.co.id>



Latihan Soal 5

Jawablah soal di bawah ini dengan benar!

1. Apa yang dimaksud pencemaran udara?
2. Sebutkan 3 contoh polutan penyebab polusi udara!
3. Jelaskan penyebab terjadinya pemanasan global!
4. Sebutkan dampak terjadinya pencemaran udara!
5. Berikan 3 contoh usaha yang dapat kita lakukan untuk menghindari pencemaran udara!



RANGKUMAN MATERI

1. Pencemaran udara adalah masuknya satu atau beberapa zat kimia ke dalam udara sehingga mengganggu manusia, hewan, tumbuhan, dan benda-benda lain di lingkungan.
2. Zat yang menyebabkan polusi udara, antara lain karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), Oksida belerang (SO₂ dan SO₃), debu, dan asap.
3. Pencemaran udara mengakibatkan kerugian bagi banyak makhluk hidup. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara antara lain pada kesehatan, tumbuhan, efek rumah kaca, dan rusaknya lapisan ozon.
4. Cara untuk mengurangi pencemaran udara antara lain: menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan untuk kendaraan bermotor, mengurangi penggunaan kendaraan bermotor, dan melakukan gerakan penanaman pohon.



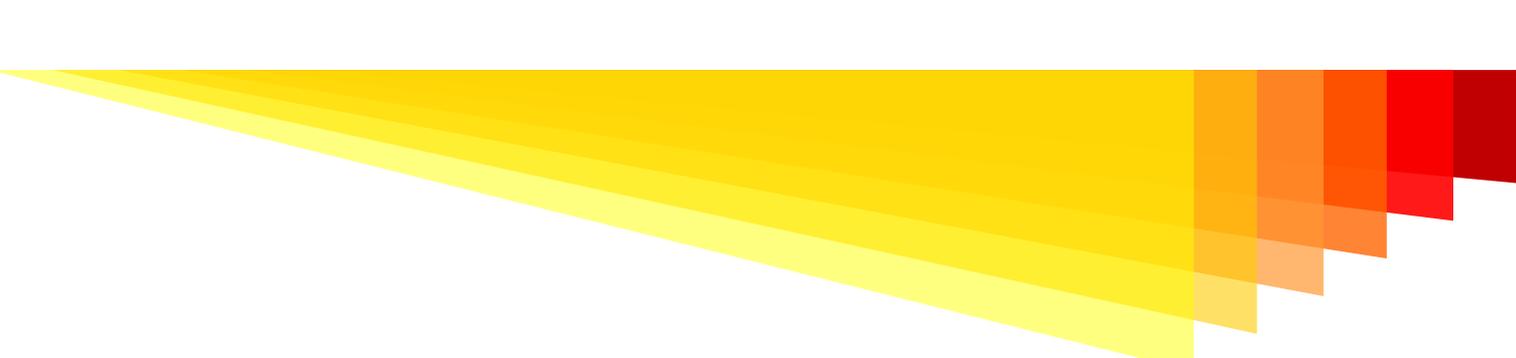


TES FORMATIF 5

PENCEMARAN UDARA

I. Pilihan Ganda

1. Salah satu pencemaran lingkungan adalah pencemaran udara. Apa yang menyebabkan pencemaran udara?
 - A. Masuknya polutan zat cair dan padat ke dalam ekosistem air
 - B. Masuknya polutan zat cair dan padat ke dalam tanah
 - C. Pencemaran oleh gas-gas kendaraan bermotor
 - D. Rusaknya ekosistem air karena terlalu banyak ikan yang hidup
2. Dampak dari polusi udara terhadap kesehatan manusia dapat menyebabkan penyakit
 - A. Katarak
 - B. ISPA
 - C. Influenza
 - D. Paru-paru basah
3. Usaha yang dapat meminimalisasi terjadinya kerusakan ozon adalah
 - A. Mengurangi pemakaian bahan bakar fosil
 - B. Membakar sampah di pekarangan
 - C. Menggunakan bahan bakar alternatif
 - D. Tidak menggunakan AC dan lemari Es yang menggunakan CFC
4. Salah satu penyebab dari pencemaran udara adalah asap dari pabrik, usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran tersebut adalah....
 - A. Melokalisasi pabrik
 - B. Meninggikan cerobong asap pembuangan
 - C. Memasang filter pada cerobong gas pembuangan

- 
- D. Memendekkan cerobong asap pembuangan
5. Berikut ini merupakan cara untuk mengurangi pencemaran udara, **kecuali**
- A. Menggunakan bahan bakar alternataif
 - B. Menambah lahan hijau di halaman rumah
 - C. Menggunakan bahan bakar fosil
 - D. Memusnahkan sampah dengan cara didaur ulang

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif 5

1. Setelah kamu selesai mengerjakan Tes Formatif 5 ini, silahkan cocokkan jawaban kamu dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat kamu capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang kamu peroleh kurang dari 75 (d disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan), kamu harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catat pada buku catatan kamu bagian mana saja yang masih belum kamu pahami untuk kemudian kamu dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
3. Jika tingkat penguasaan yang kamu peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, kamu dapat melanjutkan ke materi selanjutnya.

D

Pencemaran Tanah

Ketika suatu zat berbahaya atau beracun telah mencemari permukaan tanah, maka dapat menguap, tersapu air hujan, dan atau masuk ke dalam tanah kemudian mengendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung pada kehidupan manusia, ketika bersentuhan atau dapat mencemari air, tanah dan udara di atasnya.



Gambar 2.19 Sampah Penyebab Pencemaran Tanah

Sumber: <https://hot.liputan6.com>

Dapatkah kamu menjelaskan apa pencemaran tanah itu?

Pencemaran tanah adalah suatu keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan alami tanah. Apa ciri-cirinya?

Ciri-ciri tanah yang tercemar antara lain:

1. Telah hilang kesuburannya
2. Keasaman pH tanah yang sudah tidak seimbang lagi
3. Mengeluarkan bau busuk
4. Kering
5. Mengandung berbagai kandungan logam berat dan berbagai sampah anorganik.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pencemaran tanah adalah suatu keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau

limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*).

1. Faktor Penyebab Pencemaran Tanah

Tidak jauh berbeda dengan pencemaran air dan udara, pencemaran tanah juga banyak sekali penyebabnya. Penyebab tersebut di antaranya limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian.

a. Limbah Domestik

Limbah domestik dapat berasal dari daerah seperti pemukiman penduduk (pedagang, tempat usaha, hotel dan lain-lain); kelembagaan (kantor-kantor pemerintahan dan swasta); serta tempat-tempat wisata. Limbah domestik tersebut dapat berupa limbah padat dan cair. Adapun perbedaan limbah padat dan cair, terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.5 Jenis-jenis Limbah Domestik

Limbah Padat	Limbah Cair
Limbah padat dapat berupa senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan atau diuraikan oleh mikroorganisme. Seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan yang menyebabkan tanah menjadi kurang subur.	Limbah cair dapat berupa tinja (<i>feses</i>), detergen, oli, cat. Jika meresap ke dalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan dapat membunuh mikroorganisme di dalam tanah.

Kedua limbah tersebut (padat dan cair) mempunyai dampak buruk bagi tanah, hingga akhirnya dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup tanpa kecuali kehidupan manusia itu sendiri. Apalagi untuk limbah

padat yang merupakan bahan pencemar yang akan tetap utuh hingga 300 tahun yang akan datang. Bungkus plastik yang dibuang ke lingkungan akan tetap ada dan mungkin akan ditemukan oleh anak cucu kita setelah ratusan tahun kemudian.

Sampah anorganik tidak *terbiogredasi*. Hal ini yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air, sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanah pun akan berkurang. Akibatnya, tanaman sulit tumbuh bahkan akan mati karena tidak memperoleh makanan untuk tumbuh dan berkembang.

b. Limbah Industri

Limbah Industri berasal dari sisa-sisa produksi industri. Limbah industri juga dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu limbah padat dan limbah cair.

Tabel 2.6 Jenis-jenis Limbah Industri

Limbah Padat	Limbah Cair
Limbah industri berupa limbah padat yang merupakan hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, dan bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, <i>pulp</i> , kertas, rayon, <i>plywood</i> , serta pengawetan buah, ikan, daging, dan lain-lain.	Limbah industri berupa limbah cair yang merupakan hasil pengolahan dalam suatu proses produksi. Misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen, dan boron adalah zat-zat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam seperti Hg, Zn, Pb, dan Cd dapat mencemari tanah.



Hg, Zn, Pb, dan Cd merupakan zat yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah.

c. Limbah Pertanian

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang sebagian besar penduduknya bermatapencarian sebagai petani. Akan tetapi, karena ketidaktahuan, tidak sedikit petani yang menggunakan pupuk sintetis melebihi ketentuan, atau caranya tidak tepat. Akibatnya, limbah pertanian yang berupa sisa-sisa pupuk sintetis untuk menyuburkan tanah atau tanaman tanah tercemar. Misalnya, pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman. Penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah. Akibatnya, kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman, tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu, penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut.

2. Dampak Pencemaran Tanah

Semua pencemaran pasti akan merugikan makhluk hidup terutama manusia. Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh, dan kerentanan populasi yang terkena. Contohnya saja kromium berbagai macam pestisida dan herbisida merupakan



bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi. Raksa dan siklodiena dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati. PCB dan siklodiena akan mengakibatkan kerusakan pada hati ditandai seperti keracunan. Organofosfat dan karmabat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat. Ada beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata, dan ruam kulit untuk paparan kimia yang telah disebutkan di atas. Pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan kematian.

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

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



Kegiatan Siswa

Dampak Pencemaran Tanah

Tujuan

Mengetahui tentang dampak pencemaran tanah

Untuk lebih memahami dampak pencemaran udara bagi lingkungan sekitar, lengkapi tabel di bawah ini!

Tabel 2.7 Dampak Pencemaran Tanah Bagi Lingkungan Sekitar

No	Faktor Penyebab	Contoh	Akibat yang Ditimbulkan
1.	Limbah Domestik		
2.	Limbah Industri		
3.	Limbah Pertanian		

3. Cara Penanggulangan Pencemaran Tanah

Berikut ini ada dua cara utama yang dapat dilakukan apabila tanah sudah tercemar, yaitu *remediasi* dan *bioremediasi*:

a. Remediasi

Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu in-situ (atau *on-site*) dan ex-situ (atau *off-site*).

Pembersihan *on-site* adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah. Pembersihan ini terdiri atas *venting* (injeksi), dan *bioremediasi*.

Pembersihan *off-site* meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya adalah, tanah tersebut disimpan di bak atau tangki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya, zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolah air limbah. Pembersihan ini jauh lebih mahal dan rumit.

b. Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air). Salah satu mikroorganisme yang berfungsi sebagai bioremediasi adalah jamur *vesikular*

TAHUKAH KAMU?



Pencemaran lingkungan sudah menjadi permasalahan dari tahun ke tahun. Menanggapi permasalahan pencemaran lingkungan di Bali Gubernur Bali Wayan Koster mengeluarkan Peraturan Gubernur (Pergub) Nomor 97 Tahun 2018 tentang Pembatasan Timbulan Sampah Plastik Sekali Pakai.

(Sumber: balipost.com)

arbuskular mikoriza (vam). Jamur vam dapat berperan langsung maupun tidak langsung dalam remediasi tanah. Jamur tersebut dapat berperan langsung karena kemampuannya menyerap unsur logam dari dalam tanah. Jamur tersebut tidak dapat berperan langsung karena menstimulir pertumbuhan mikroorganisme bioremediasi lain, seperti bakteri tertentu, jamur, dan sebagainya.



Latihan Soal 6

Jawablah soal di bawah ini dengan benar!

1. Jelaskan apa yang dimaksud pencemaran tanah!
2. Sebutkan 3 sumber pencemaran tanah!
3. Apa yang dimaksud remediasi?
4. Sebutkan dampak terjadinya pencemaran tanah!
5. Berikan 3 contoh usaha yang dapat kita lakukan untuk menghindari pencemaran tanah!

RANGKUMAN MATERI

1. Pencemaran tanah adalah suatu keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan alami tanah.
2. Penyebab pencemaran tanah adalah di antaranya limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian.
3. Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh, dan kerentanan organisme yang terkena. Pencemaran juga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Di bidang pertanian, dampaknya adalah menyebabkan penurunan hasil pertanian.
4. Usaha mencegah terjadinya pencemaran tanah bisa melalui remediasi dan bioremediasi.



TES FORMATIF 6

PENCEMARAN TANAH

I. Pilihan Ganda

1. Bertambah banyaknya permukiman di sekitar ibu kota dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran tanah oleh sampah plastik. Upaya untuk mengatasi pencemaran tersebut adalah
 - A. Tidak menggunakan plastik untuk kantong belanja
 - B. Melarang pemakaian plastik untuk membungkus makanan
 - C. Mengubur sampah plastik di dalam tanah
 - D. Mendaur ulang limbah plastik menjadi kerajinan tangan
2. Yang bukan merupakan dampak negatif akibat kita membuang limbah pada sembarang adalah
 - A. Kesuburan tanah meningkat
 - B. Dapat menurunkan kualitas tanah
 - C. Mengurangi keindahan lingkungan
 - D. Berkembangnya berbagai jenis penyakit
3. Yang tidak termasuk bentuk penanggulangan yang dapat dilakukan untuk mencegah pencemaran tanah yaitu
 - A. Pemakaian pupuk sesuai kebutuhan
 - B. Sistem tanam monokultur
 - C. Menanggulangi sampah plastik
 - D. Mengelola sisa radiokatif
4. Pencemaran tanah banyak terjadi karena adanya sampah organik dan anorganik. Salah satu penyebab pencemaran tanah tersebut yaitu
 - A. Organik yaitu kaca, kertas, dan besi
 - B. Anorganik yaitu kaca, kertas, dan besi
 - C. Anorganik yaitu daun, plastik, dan besi
 - D. Organik yaitu daun, kaca, dan sisa makanan

5. Penggunaan pupuk pertanian secara terus-menerus akan mengakibatkan
- A. pH tanah meningkat
 - B. Berkurangnya hara tanah
 - C. Tanah menjadi lebih subur
 - D. Menurunnya hama penyakit

Petunjuk Evaluasi hasil Pengerjaan Tes Formatif 6

1. Setelah kamu selesai mengerjakan Tes Formatif 6 ini, silahkan cocokkan jawaban kamu dengan kunci jawaban yang telah disediakan pada bagian lampiran Modul ini. Kemudian hitung tingkat penguasaan yang dapat kamu capai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

2. Jika Nilai Capaian yang kamu peroleh kurang dari 75 (d disesuaikan dengan KKM yang ditetapkan), kamu harus mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih mengalami kesulitan, catat pada buku catatan kamu bagian mana saja yang masih belum kamu pahami untuk kemudian kamu dapat mendiskusikannya bersama teman, menceritakannya kepada orang tua, atau dapat menanyakannya langsung kepada Bapak/Ibu Guru pada saat jadwal kegiatan pembelajaran berlangsung.
3. Jika tingkat penguasaan yang kamu peroleh lebih dari atau sama dengan 75%, kamu dapat melanjutkan ke materi selanjutnya.

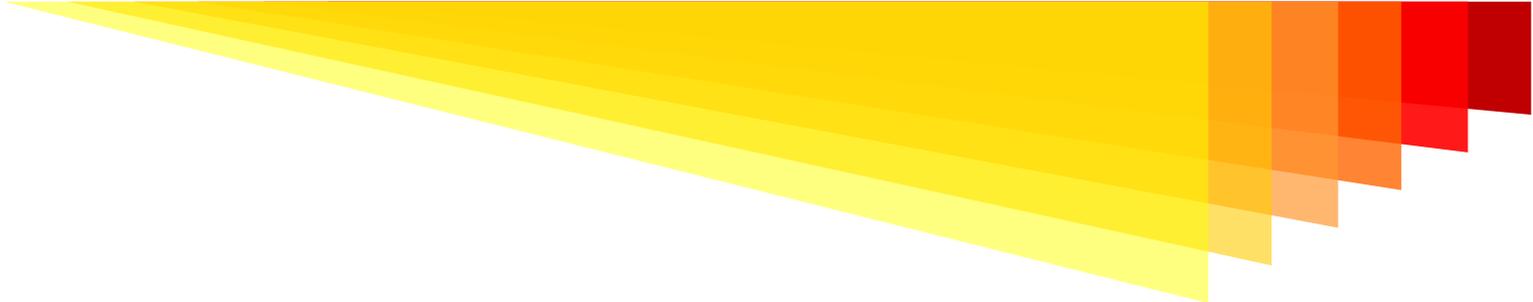
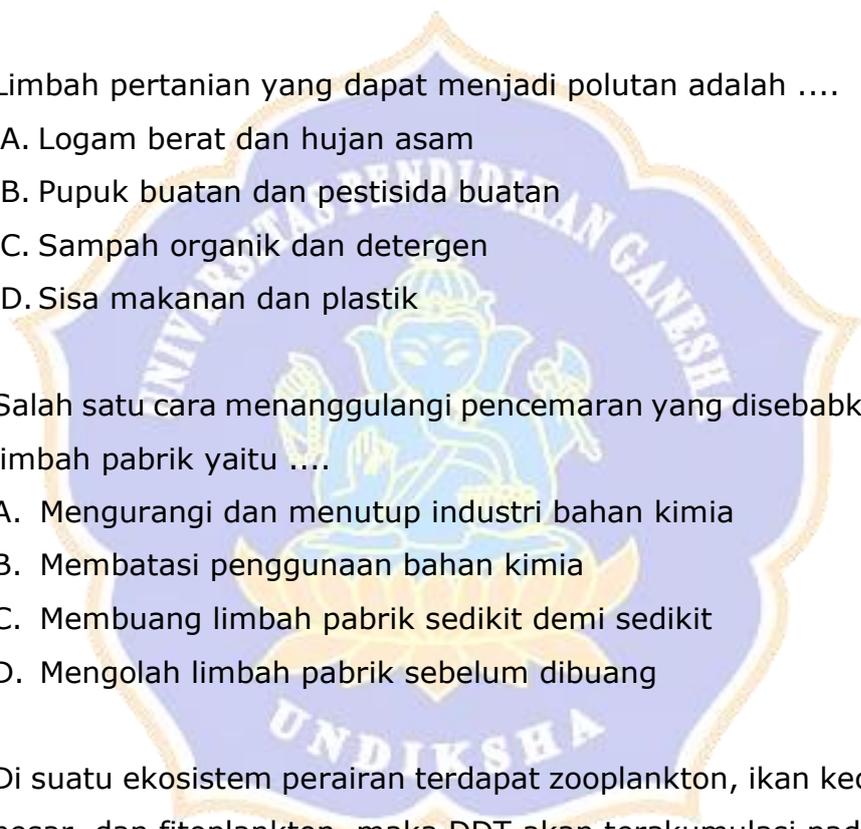


UJI KOMPETENSI 2

PENCEMARAN LINGKUNGAN

I. Pilihan Ganda

1. Zat yang menyebabkan pencemaran disebut
 - A. Polusi
 - B. Sampah
 - C. Polutan
 - D. Limbah
2. Peristiwa masuknya zat atau komponen lainnya ke dalam lingkungan perairan sehingga mutu air terganggu disebut
 - A. Pencemaran air
 - B. Pencemaran tanah
 - C. Pencemaran udara
 - D. Pencemaran suara
3. Blooming algae disebabkan oleh
 - A. Pembuangan limbah yang mengandung logam
 - B. Penggunaan pestisida yang berlebihan
 - C. Penggunaan pupuk buatan yang berlebihan
 - D. Air buangan yang mengandung detergen
4. Pengaruh pestisida DDT sangat berbahaya terhadap makhluk hidup, misalnya jika DDT terkumpul dalam tubuh burung betina akan menyebabkan
 - A. Kematian
 - B. Kemandulan
 - C. Tipisnya cangkang telur
 - D. Rusaknya organ-organ tubuh

- 
- 
5. Bioremediasi adalah penggunaan mikroorganisme untuk membersihkan pencemaran yang disebabkan oleh
- Limbah minyak
 - Sampah plastik
 - Pembakaran hutan
 - Pertumbuhan alga
6. Limbah pertanian yang dapat menjadi polutan adalah
- Logam berat dan hujan asam
 - Pupuk buatan dan pestisida buatan
 - Sampah organik dan detergen
 - Sisa makanan dan plastik
7. Salah satu cara menanggulangi pencemaran yang disebabkan oleh limbah pabrik yaitu
- Mengurangi dan menutup industri bahan kimia
 - Membatasi penggunaan bahan kimia
 - Membuang limbah pabrik sedikit demi sedikit
 - Mengolah limbah pabrik sebelum dibuang
8. Di suatu ekosistem perairan terdapat zooplankton, ikan kecil, ikan besar, dan fitoplankton, maka DDT akan terakumulasi pada
- Fitoplankton
 - Zooplankton
 - Ikan kecil
 - Ikan besar
9. Peristiwa masuknya zat, energi/komponen lain ke dalam lingkungan udara disebut
- Pencemaran air

- B. Pencemaran suara
- C. Pencemaran tanah
- D. Pencemaran udara

10. Kandungan CO yang berlebih di udara dapat menimbulkan

- A. Pemanasan global
- B. Sesak nafas
- C. Hujan asam
- D. Berlubangnya ozon

11. Suhu lingkungan yang meningkat akan menyebabkan pemanasan global. Dampak pemanasan global adalah sebagai berikut, kecuali

- A. Mencairnya es di kutub menyebabkan turunnya permukaan air laut
- B. Keseimbangan ekosistem menjadi terganggu
- C. Berkurangnya keanekaragaman hayati
- D. Mencairnya es di kutub menyebabkan pulau-pulau kecil terendam

12. Salah satu upaya dalam pengendalian hama yang tidak menimbulkan pencemaran lingkungan adalah

- A. Penggunaan pestisida
- B. Pengendalian dengan herbisida
- C. Pengendalian secara biologis
- D. Penyemprotan dengan insektisida

13. Contoh polusi udara yang terjadi secara alami, yaitu

- A. Pembakaran sampah
- B. Kebakaran hutan

- C. Uap dari laut
- D. Gas dari aktivitas gunung merapi

14. Penanggulangan yang dapat dilakukan untuk mencegah pencemaran tanah diantaranya, kecuali

- A. Menanggulangi sampah plastik
- B. Sistem tanam monokultur
- C. Mengelola sisa radioaktif
- D. Pemakaian pupuk sesuai kebutuhan

15. Bu Tini sangat rajin memberikan pupuk pada lahan kebunnya, namun lama kelamaan tumbuhan di kebunnya tumbuh kurang subur. Bu Tini mulai berpikir apakah penggunaan pupuk yang terus menerus mengakibatkan tanaman di kebunnya menjadi kurang subur. Menurut kamu penggunaan pupuk yang terus menerus akan berakibat

- A. Tanah menjadi lebih subur
- B. Berkurangnya hara tanah
- C. Menurunnya hama penyakit
- D. pH tanah meningkat

16. Anita sedang memperhatikan kondisi sungai di dekat rumahnya, kondisi yang dia temukan yaitu: ditumbuhi eceng gondok yang subur, terdapat berbagai jenis tanaman di pinggiran sungai, banyak anak-anak bermain di sekitar sungai. Anita berpikir bahwa sungai di dekat rumahnya sudah tercemar, karena pada air sungai yang telah tercemar akan terlihat tanda-tanda

- A. Airnya jernih dan tidak berwarna
- B. Terdapat berbagai jenis fauna
- C. Ditumbuhi eceng gondok yang subur

D. Airnya tidak berbau busuk

17. Berikut yang merupakan upaya pelestarian lingkungan adalah

- A. Denitrifikasi
- B. Urbanisasi
- C. Sanitasi
- D. Reboisasi

18. Pak Anton merasakan sesak nafas ketika dia berada di tengah kemacetan di jalan raya. Di sekitar pak Anton banyak asap kendaraan bermotor yang berasal dari knalpot. Menurut kamu apakah gas yang menyebabkan pak Anton menderita sesak nafas?

- A. CO_2
- B. CO
- C. NO_2
- D. H_2O

19. Usaha-usaha manusia untuk melestarikan lingkungan agar serasi dan seimbang adalah

- A. Pemakaian sumber daya alam secara berlebihan
- B. Perburuan satwa tanpa memperdulikan jumlah populasi
- C. Penebangan hutan secara ekonomis
- D. Pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana

20. Cara alami yang dapat dilakukan untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas tanah adalah

- A. Reboisasi dan rotasi tanaman
- B. Erosi dan pemupukan
- C. Sengkedan dan erosi
- D. Pemupukan dan rotasi tanaman

KUNCI JAWABAN

Latihan Soal 1:

1. Bumi atas 3 komponen utama, yakni komponen gas yang disebut atmosfer, komponen padatan yang disebut litosfer, dan komponen air yang disebut hidrosfer.
2. Atmosfer berasal dari 2 kata Yunani, yakni *atmos* yang berarti uap dan *sphaira* yang berarti lapisan. Jadi, atmosfer adalah lapisan uap yang menyelimuti Bumi.
3. Urutan lapisan atmosfer secara berurutan dari bawah hingga atas adalah troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer.
4. Fenomena alam yang terdapat pada lapisan Troposfer, yaitu awan, hujan, pelangi, petir dan kilat.
5. Fungsi lapisan ozon adalah menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet yang ada dalam atmosfer. Radiasi ultraviolet yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup di bumi. Sinar ultraviolet yang dihasilkan oleh matahari dapat memicu kanker.

Tes Formatif 1

Nomor Soal	Jawaban yang Benar
1	B
2	C
3	A
4	B
5	A

Pedoman Penilaian: Nilai = Jumlah jawaban yang benar × 20

Latihan Soal 2:

1. Dalam ilmu pengetahuan alam (IPA) tentang kebumihantoran, tanah atau bebatuan yang ada di Bumi disebut Litosfer. Litosfer berasal dari bahasa Yunani yakni *lithos* (batuan) dan *sphaira* (lapisan). Jadi, litosfer merupakan lapisan batuan yang ada di Bumi. Dalam pengertian luas, litosfer diartikan sebagai seluruh bagian padat Bumi, termasuk intinya.
2. Kerak benua dan kerak samudra.
3. Apabila 2 lempeng bergerak saling menjauh, lempeng tersebut bersifat *divergent*. Contohnya, lempeng Indo-Australia bergerak menjauh dari lempeng Antartika. Selain itu, lempeng Amerika Utara juga bergerak menjauh dari lempeng Eurasia. Adanya pergerakan *divergent* ini akan mengakibatkan peristiwa patahan/retakan. Salah satu patahan yang terbesar di dunia adalah patahan San Andreas di California Amerika Serikat yang panjangnya 1.300 km.
4. Jika terdapat 2 lempeng yang saling mendekat, maka pergerakan tersebut disebut *convergent*. Beberapa lempeng yang bergerak konvergen antara lain, lempeng Indo-Australia dengan lempeng Filipina serta lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng secara konvergen akan mengakibatkan tabrakan antarlempeng.
5. Perbedaan dari Litosfer dan Atmosfer, yaitu:
 - a. **Litosfer**, merupakan istilah yang berasal dari kata *Lithos* yang berarti Batuan dan *Sphere* yang berarti lapisan. Sehingga dapat diartikan lithosfer adalah lapisan batuan. Litosfer terletak pada lapisan bumi terluar.
 - b. **Atmosfer**, merupakan istilah yang berasal dari kata *Atmos* yang berarti Udara dan *Sphere* yang berarti Lapisan. Sehingga dapat diartikan atmosfer adalah lapisan udara. Atmosfer terletak di atas

permukaan bumi, memiliki beberapa lapisan yang dapat menunjang kehidupan di bumi.

Tes Formatif 2

Nomor Soal	Jawaban yang Benar
1	A
2	B
3	B
4	B
5	A

Pedoman Penilaian: Nilai = Jumlah jawaban yang benar \times 20

Latihan Soal 3:

1. Hidrosfer berasal dari kata *hidros* yang berarti air dan *spaira* yang berarti selimut. Jadi, hidrosfer merupakan lapisan air yang menyelimuti Bumi. Hidrosfer tidak hanya meliputi perairan yang luas seperti laut dan samudra. Hidrosfer juga meliputi air di danau, sungai, air tanah, dan uap air yang ada di udara.
2. Siklus hidrologi merupakan sebuah proses daur ulang air secara terus menerus.
3. Siklus air bermula ketika panas Matahari menguapkan air yang ada di laut dan di permukaan Bumi (*evaporasi*). Uap air tersebut akan berkumpul di angkasa dan terjadi proses kondensasi (pengembunan) hingga terbentuk awan. Awan tersebut kemudian akan berjalan sesuai dengan arah embusan angin. Penguapan yang terjadi setiap hari mengakibatkan uap yang menjadi awan semakin banyak. Jika awan sudah tidak dapat menampung uap dari evaporasi, maka uap air di awan akan turun sebagai hujan. Air hujan akan mengisi cadangan air yang berada di permukaan Bumi. Proses ini berlangsung terus menerus.

4. Aliran air yang berlebihan hingga meluap ke daratan disebut banjir. Banjir berasal dari luapan penyimpanan air, baik itu danau, waduk, maupun sungai yang tidak mampu menampung jumlah air yang sangat besar. Ketika penyimpanan air sudah penuh, maka air yang harusnya disalurkan ke penyimpanan akan meluap ke daratan sehingga membanjiri daerah sekitarnya.
5. Penyebab terjadinya Banjir dapat diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu tingginya curah hujan menjadi salah satu faktor penyebab banjir, sistem pengelolaan lingkungan yang buruk dan akibat dari perilaku manusia.

Tes Formatif 3

Nomor Soal	Jawaban yang Benar
1	B
2	A
3	D
4	C
5	B

Pedoman Penilaian: Nilai = Jumlah jawaban yang benar × 20

Uji Kompetensi 1

Nomor Soal	Jawaban	Nomor Soal	Jawaban
1	B	11	C
2	B	12	B
3	D	13	A
4	B	14	A
5	D	15	A
6	C	16	B

7	A	17	B
8	B	18	A
9	C	19	D
10	C	20	D

Pedoman Penilaian Uji Kompetensi 1

Nilai akhir Uji Kompetensi dengan menggunakan perhitungan berikut:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

Jika skor yang berhasil dicapai peserta didik kurang dari 75, maka peserta didik diberi kesempatan sekali lagi untuk mengulang mengerjakan Uji Kompetensi 1

Latihan Soal 4:

1. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.
2. Bahan penyebab pencemaran air: limbah industry, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian.
3. Usaha mencegah pencemaran air akibat detergen:
 - a. Pengurangan penggunaan detergen
 - b. Tidak membuang sisa detergen di sembarang tempat
 - c. Membuat tempat pembuangan sisa detergen sendiri
4. Usaha mencegah pencemaran air: Melestarikan hutan di hulu sungai, tidak buang air di sungai, tidak membuang sampah di sungai, dan tidak membuang limbah rumah tangga dan industri, serta lebih peduli akan kelestarian lingkungan khususnya air.
5. Dampak pencemaran air bagi lingkungan, diantaranya:

- a. Terganggunya keseimbangan ekosistem di perairan, bahan rusak dan mati
- b. Mengancam kelangsungan hidup organisme air
- c. Berkurangnya pasokan oksigen kedalam air karena limbah logam berat
- d. Pedangkalan dasar perairan oleh sampah atau pencemar lainnya
- e. Menimbulkan bau yang tidak sedap
- f. Menjadi sarang berbagai sumber penyakit (sungai di kota-kota besar)
- g. Merusak estetika lingkungan karena air menjadi tidak jernih

Tes Formatif 4

Nomor Soal	Jawaban yang Benar
1	A
2	C
3	C
4	C
5	A

Pedoman Penilaian: Nilai = Jumlah jawaban yang benar × 20

Latihan Soal 5:

1. Pencemaran udara adalah adalah masuknya satu atau beberapa zat kimia ke dalam udara sehingga mengganggu manusia, hewan, tumbuhan, dan benda-benda lain di lingkungan.
2. Asap pembakaran kendaraan bermotor, abuvulkanik, CFC, bahan radioaktif, dan asap pembakaran batubara.
3. Pemanasan global terjadi karena peningkatan keluaran (emisi) gas rumah kaca, seperti: karbondioksida, dinitro oksida, metana,

hidrofluorokarbon, sulfur heksafluorida, dan perfluorokarbon di atmosfer bumi kita.

4. Dampak pencemaran udara:

- a. Menurunkan kualitas udara untuk penafasan semua organisme, terutama manusia sehingga akan menurunkan derajat kesehatan masyarakat.
- b. Asap kebakaran hutan menyebabkan gangguan iritasi dan infeksi saluran pernapasan akut (ISPA).
- c. Menyebabkan terjadinya keracunan akibat pengikatan CO₂ hasil dari pencemaran udara.
- d. Menyebabkan kebocoran lapisan ozon sehingga membuat keseimbangan ekosistem jadi terganggu akibat efek rumah kaca.
- e. Meningkatkan potensi penyakit kanker kulit, mata, dan katarak.
- f. Menyebabkan hujan asam karena oksida belerang dan oksida nitrogen hasil pembakaran batu bara yang ada ke udara bereaksi dengan uap air membentuk awan asam (asam sulfat, asam nitrat).

5. Tiga usaha mencegah pencemaran udara:

- a. Dengan membuat jalur hijau berupa penanaman pohon-pohon di kota-kota besar agar CO₂ sebagai salah satu bahan pencemaran udara dapat terserap kembali melalui daur oksigen dan fotosintesis.
- b. Mengurangi penggunaan minyak bumi dan bahan bakar fosil pada industri, pembangkit listrik, dan rumah tangga untuk mengurangi jumlah limbah udara yang terlepas ke atmosfer.
- c. Memanfaatkan energi alternatif yang ramah lingkungan, seperti biogas, energi surya, atau energi panas bumi.
- d. Melakukan pengawasan lebih ketat di wilayah hutan yang rawan terbakar.

- e. Melarang warga membakar hutan saat melakukan land clearing lahan pertanian.
- f. Tidak melakukan percobaan nuklir secara masif untuk mengurangi pencemaran radioaktif.

Tes Formatif 5

Nomor Soal	Jawaban yang Benar
1	C
2	B
3	D
4	C
5	C

Pedoman Penilaian: Nilai = Jumlah jawaban yang benar × 20

Latihan Soal 6:

1. Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan alami tanah.
2. Sumber pencemaran tanah:
 - a. Limbah domestic
 - b. Limbah pertanian
 - c. Limbah industri
3. Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar.
4. Dampak pencemaran tanah:
 - a. Mengurangi kesuburan tanah
 - b. Menimbulkan penyakit
 - c. Merusak ekosistem
 - d. Menyebabkan pencemaran air dan udara
 - e. Merusak keindahan atau estetika
5. Usaha mencegah pencemaran tanah:

- a. Pengolahan terhadap limbah industri yang mengandung logam berat yang akan mencemari tanah, sebelum dibuang ke sungai atau ke tempat pembuangan agar dilakukan proses pemurnian.
- b. Sampah zat radioaktif sebelum dibuang, disimpan dahulu pada sumur- sumur atau tangki dalam jangka waktu yang cukup lama sampai tidak berbahaya, baru dibuang ke tempat yang jauh dari pemukiman, misal pulau karang, yang tidak berpenghuni atau ke dasar lautan yang sangat dalam.
- c. Penggunaan pupuk, pestisida tidak digunakan secara sembarangan namun sesuai dengan aturan dan tidak sampai berlebihan.
- d. Usahakan membuang dan memakai detergen berupa senyawa organik yang dapat dimusnahkan/diuraikan oleh mikroorganisme.

Tes Formatif 6

Nomor Soal	Jawaban yang Benar
1	D
2	A
3	B
4	B
5	B

Pedoman Penilaian: Nilai = Jumlah jawaban yang benar × 20

Uji Kompetensi 2

Nomor Soal	Jawaban	Nomor Soal	Jawaban
1	C	11	A
2	A	12	C
3	C	13	D

4	C	14	B
5	A	15	B
6	B	16	C
7	D	17	D
8	D	18	B
9	D	19	D
10	B	20	A

Pedoman Penilaian Uji Kompetensi 2

Nilai akhir Uji Kompetensi dengan menggunakan perhitungan berikut:

$$\text{Nilai Capaian} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal Seluruhnya}} \times 100$$

Jika skor yang berhasil dicapai peserta didik kurang dari 75, maka peserta didik diberi kesempatan sekali lagi untuk mengulang mengerjakan Uji Kompetensi



DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pendidikan Kota Surabaya dan Fakultas MIPA Universitas Negeri Surabaya. 2017. *Modul Pelajaran IPA Lapisan Bumi, Gunung Api, Gempa Bumi, dan Mitigasi Bencana*. Surabaya: Dispendiksurabaya.
- Herlina, L. dan Iskandar, R. B. 2020. *Modul Pembelajaran SMP Terbuka Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VII Modul 3 Klasifikasi Materi dan Perubahannya*. Jakarta: Kemendikbud.
- Herlina, L. dan Iskandar, R. B. 2020. *Modul Pembelajaran SMP Terbuka Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VII Modul 8 Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Kemendikbud.
- Herlina, L. dan Iskandar, R. B. 2020. *Modul Pembelajaran SMP Terbuka Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VII Modul 10 Lapisan Bumi dan Ancaman Bencana Alam*. Jakarta: Kemendikbud.
- Susilawati. 2015. *Bahan Ajar Mandiri (BBM) Konsep Dasar Bumi Antariksa*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Widodo, W. Rachmadiarti, F. dan Hidayati, S. N. 2017. *Ilmu Pengetahuan Alam Edisi Revisi 2017 Kelas VII Semester 2*. Jakarta: Kemendikbud.
- Widodo, W. Rachmadiarti, F. dan Hidayati, S. N. 2017. *Ilmu Pengetahuan Alam Edisi Revisi 2017 Kelas VII Semester 1*. Jakarta: Kemendikbud.
- Wijaya, A.F.C. 2019. *Modul 1, Kegiatan Belajar 3: Struktur Bumi dan Mitigasi Bencana Kebumihan*. Jakarta: Kemendikbud.



PRODI S1 PENDIDIKAN IPA