

## Lampiran 01 Surat Keterangan



PEMERINTAH KABUPATEN BULELENG  
DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAH RAGA  
SMP NEGERI 3 BANJAR



Jalan Singing-Temukus, Kode Pos 81152 Telp. (0362) 3361053

Website: smpnegeri3banjar.sch.id

Email : smpnegeri3banjar@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN  
No. 195/045.3/SMP.3/2020

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ketut Sri Dana,S.Pd  
NIP : 19621231 198703 1 259  
Jabatan : Kepala SMP Negeri 3 Banjar

Menerangkan bahwa yang tersebut di bawah ini :

Nama : Ni Kadek Nina Yuniastri  
NIM : 1613071011  
Prodi : S1 Pendidikan IPA  
Jurusan : Fisika dan Pengajaran IPA  
Fakultas : MIPA  
PT : Universitas Pendidikan Ganesha

Memang benar telah melakukan penelitian skripsi berjudul "Pengembangan Modul IPA Terpadu Berbantuan Mind Mapping Pada Materi Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global" pada tanggal 15 Mei – 3 Juni 2020 di SMP Negeri 3 Banjar.

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan dalam persyaratan skripsi.



Lampiran 02 Angket Validasi Isi

**ANGKET VALIDASI AHLI ISI/MATERI TERHADAP MODUL IPA  
TERPADU BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI  
PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

<b>Judul Penelitian</b>	<b>: Pengembangan Modul IPA Terpadu berbantuan <i>Mind Mapping</i> pada Materi Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global</b>
<b>Mata Pelajaran</b>	<b>: IPA Terpadu</b>
<b>Sasaran Penelitian</b>	<b>: Peserta didik kelas VII semester 2</b>
<b>Validator</b>	<b>: ...</b>

Petunjuk

1. Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada  
Kriteria penilaian  
1 = sangat kurang      3 = cukup baik      5 = sangat baik  
2 = kurang              4 = baik
2. Komentar dan saran secara umum disediakan pada akhir komponen angket

Lembar validasi ahli isi/materi

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Kesesuaian materi dengan SK dan KD	Kelengkapan Materi					
	Keluasan materi					
	Kedalaman materi					
Keakuratan Materi	Keakuratan konsep dan definisi					
	Keakuratan data dan fakta					

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
	Keakuratan contoh dan kasus					
	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi					
	Keakuratan istilah-istilah					
	Ketepatan penggunaan <i>mind mapping</i>					
	Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab					
Kemutakhiran Materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu					
	Contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari					
	Kemutakhiran pustaka					
Mendorong keingintahuan	Mendorong rasa ingin tahu					
	Menciptakan kemampuan bertanya					
	<i>Mind mapping</i> menambah ketertarikan peserta didik belajar					

Komentar dan saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Kesimpulan

Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global 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



Lampiran 03 Hasil Analisis Validasi Isi

**ANGKET VALIDASI AHLI ISI/MATERI TERHADAP MODUL IPA  
TERPADU BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI  
PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

<b>Judul Penelitian</b>	<b>: Pengembangan Modul IPA Terpadu berbantuan <i>Mind Mapping</i> pada Materi Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global</b>
<b>Mata Pelajaran</b>	<b>: IPA Terpadu</b>
<b>Sasaran Penelitian</b>	<b>: Peserta didik kelas VII semester 2</b>
<b>Validator</b>	<b>: Dr. Drs. I Wayan Suja, M.Si.</b>

Petunjuk

- Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada  
Kriteria penilaian  
1 = sangat kurang    3 = cukup baik    5 = sangat baik  
2 = kurang            4 = baik
- Komentar dan saran secara umum disediakan pada akhir komponen angket

Lembar validasi ahli isi/materi

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
e. Kesesuaian materi dengan SK dan KD	Kelengkapan Materi					√
	Keluasan materi					√
	Kedalaman materi					√
f. Keakuratan Materi	Keakuratan konsep dan definisi				√	
	Keakuratan data dan fakta				√	

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
	Keakuratan contoh dan kasus				√	
	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi					√
	Keakuratan istilah-istilah					√
	Ketepatan penggunaan <i>mind mapping</i>					√
	Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab				√	
g. Kemutakhiran Materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu					√
	Contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari				√	
	Kemutakhiran pustaka					√
h. Mendorong keingintahuan	Mendorong rasa ingin tahu					√
	Menciptakan kemampuan bertanya					√
	<i>Mind mapping</i> menambah ketertarikan peserta didik belajar					√

#### Komentar dan saran

1. Ada kerancuan pemahaman berkaitan dengan efek rumah kaca atau pemanasan global dengan lobang ozon. Lihat di teks
2. Materi tentang *Dissolved Oxygen* (DO) tidak sesuai dengan judul, demikian juga limbah rumah tangga.
3. Kekeliruan kecil-kecil sudah diperbaiki pada teks.

### Kesimpulan

Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global 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, 3 Mei 2020

Ahli Isi



Dr. Drs. I Wayan Suja, M.Si

NIP. 196703201993031002





Lampiran 04 Angket Validasi Media

**ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA/DESAIN TERHADAP MODUL IPA  
TERPADU BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI  
PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

<b>Judul Penelitian</b>	<b>: Pengembangan Modul IPA Terpadu berbantuan <i>Mind Mapping</i> pada Materi Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global</b>
<b>Mata Pelajaran</b>	<b>: IPA Terpadu</b>
<b>Sasaran Penelitian</b>	<b>: Peserta didik kelas VII semester 2</b>
<b>Validator</b>	<b>: ...</b>

Petunjuk

- Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada  
 Kriteria penilaian  
 1 = sangat kurang    3 = cukup baik    5 = sangat baik  
 2 = kurang    4 = baik
- Komentar dan saran secara umum disediakan pada akhir komponen angket

Lembar Validasi Ahli Media/Desain

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
a. Ukuran modul	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO					
	Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul					
	<b>Aspek tampilan Awal</b>					



Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
b. Desain sampul modul	Penampilan tata letak pada sampul depan dan belakang modul selaras					
	Menampilkan pusat pandang ( <i>center point</i> ) yang baik					
	<b>Aspek Teks</b>					
	Warna tulisan dengan warna <i>background</i> tidak kontras					
	Kesesuaian antara jenis dan ukuran tulisan					
	<b>Aspek Gambar</b>					
	Gambar yang digunakan jelas					
	Gambar yang digunakan pada tampilan awal modul mendukung menggambarkan isi modul					
c. Desain isi modul	Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola					
	Margin dan spasi sesuai					
	Kesesuaian antara jenis dan ukuran tulisan					
	Ketepatan gambar dan ilustrasi					
	Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab					
	Kesesuaian bentuk, warna dan ukuran <i>mind mapping</i>					

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
	Penyajian isi modul jelas, sistematis, dan mudah dipahami					
d. Desain <i>mind mapping</i>	Desain sesuai dengan perkembangan peserta didik					
	Warna, bentuk, dan ukuran <i>mind mapping</i> menarik dan prposional					

Komentar dan saran secara umum

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global ini dinyatakan \*):

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

\*): Lingkari salah satu

Singaraja, ..... 2020

Ahli desain

.....  
 \_\_\_\_\_  
 NIP.

Lampiran 05 Hasil Analisis Validasi Media

**ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA/DESAIN TERHADAP MODUL IPA  
TERPADU BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI  
PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

<b>Judul Penelitian</b>	<b>: Pengembangan Modul IPA Terpadu berbantuan <i>Mind Mapping</i> pada Materi Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global</b>
<b>Mata Pelajaran</b>	<b>: IPA Terpadu</b>
<b>Sasaran Penelitian</b>	<b>: Peserta didik kelas VII semester 2</b>
<b>Validator</b>	<b>: Putu Prima Juniartina, S.Pd., M.Pd</b>

Petunjuk

- Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada  
 Kriteria penilaian  
 1 = sangat kurang    3 = cukup baik    5 = sangat baik  
 2 = kurang            4 = baik
- Komentar dan saran secara umum disediakan pada akhir komponen angket

Lembar Validasi Ahli Media/Desain

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
e. Ukuran modul	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO					√
	Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul				√	
	<b>Aspek tampilan Awal</b>					

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor					
		1	2	3	4	5	
f. Desain sampul modul	Penampilan tata letak pada sampul depan dan belakang modul selaras					√	
	Menampilkan pusat pandang ( <i>center point</i> ) yang baik				√		
	<b>Aspek Teks</b>						
	Warna tulisan dengan warna <i>background</i> tidak kontras					√	
	Kesesuaian antara jenis dan ukuran tulisan					√	
	<b>Aspek Gambar</b>						
	Gambar yang digunakan jelas				√		
	Gambar yang digunakan pada tampilan awal modul mendukung menggambarkan isi modul				√		
	g. Desain isi modul	Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola				√	
		Margin dan spasi sesuai					√
Kesesuaian antara jenis dan ukuran tulisan						√	
Ketepatan gambar dan ilustrasi						√	
Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab						√	
Kesesuaian bentuk, warna dan ukuran <i>mind mapping</i>					√		

Indikator penilaian	Butir penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
	Penyajian isi modul jelas, sistematis, dan mudah dipahami					√
h. Desain <i>mind mapping</i>	Desain sesuai dengan perkembangan peserta didik					√
	Warna, bentuk, dan ukuran <i>mind mapping</i> menarik dan prposional					√

Komentar dan saran secara umum

Pergunakan warna yang lebih menarik saat membuat *mind mapping*. Sehingga tampilan lebih menarik

Kesimpulan Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global ini dinyatakan \*):

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

\*): Lingkari salah satu

Singaraja, ..... 2020

Ahli desain



Putu Prima Juniartina., S.Pd., M.Pd  
NIP. 198806142015041001

## Lampiran 06 Angket Validasi Guru

**ANGKET RESPON GURU TERHADAP MODUL IPA TERPADU  
BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI PENCEMARAN  
LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

**Identitas Responden Guru**

Nama :  
Bidang Keahlian :  
Mengajar Kelas :  
Sekolah :

**Petunjuk**

1. Tulislah terlebih dahulu identitas Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan
2. Sebelum mengisi angket ini, pastikan Bapak/Ibu telah membaca Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum Bapak/Ibu memilih jawaban
4. Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada

**Kriteria penilaian**

1 = sangat tidak setuju    3 = ragu-ragu    5 = sangat setuju  
2 = tidak setuju    4 = setuju

5. Berdasarkan pengalaman Bapak/Ibu sebagai pengajar, berilah tanggapan terhadap Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global sesuai dengan pernyataan/pertanyaan yang telah diberikan



## Lembar Respon Guru

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
<b>Aspek Tampilan Modul</b>					
Tampilan modul pembelajaran secara keseluruhan dapat menggambarkan isi materi yang terdapat di dalamnya					
Gambar yang disajikan sudah sesuai dengan materi					
Ukuran font/tulisan sesuai dan mudah untuk dibaca					
<b>Aspek Isi Modul</b>					
Petunjuk penggunaan modul IPA terpadu ini memudahkan peserta didik dalam menggunakannya					
Kesesuaian indikator pembelajaran dengan KI dan KD					
Modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan peserta didik dalam memahami materi					
Materi yang disajikan dalam modul ini sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran					
Materi yang disajikan dalam modul ini sudah runtut dan bertahap					
Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab					
Penyajian materi dalam modul ini menarik					
Kalimat yang digunakan dalam modul ini mudah dipahami oleh peserta didik					
lembar kerja peserta didik yang disediakan dalam modul ini sudah sesuai dengan materi					
Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti					
Gambar dan tabel yang terdapat dalam modul ini dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi					
Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman peserta didik tentang materi terkait					



Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
Desain <i>mind mapping</i> sesuai dengan perkembangan peserta didik					
<i>Mind mapping</i> dalam modul IPA terpadu ini sudah menarik					
Dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan dalam proses pembelajaran					
<b>Aspek Komponen Modul</b>					
Bagian awal yang terdiri dari cover, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, petunjuk penggunaan modul					
Bagian isi yang terdiri dari materi pembelajaran, lembar kerja peserta didik, gambar atau ilustrasi penunjang materi					
Bagian akhir yang terdiri dari rangkuman, uji kompetensi, penilaian, kunci jawaban, rubrik penilaian, dan daftar pustaka					

Komentar dan saran

.....

.....

.....

.....

.....

Singaraja,..... 2020

Guru

.....

NIP.

## Lampiran 07 Hasil Analisis Validasi Guru

**ANGKET RESPON GURU TERHADAP MODUL IPA TERPADU  
BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI PENCEMARAN  
LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

**Identitas Responden Guru**

Nama : Drs Made Erry Sosiawan  
Bidang Keahlian : Guru IPA  
Mengajar Kelas : VII  
Sekolah : SMP Negeri 3 Banjar

**Petunjuk**

1. Tulislah terlebih dahulu identitas Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan
2. Sebelum mengisi angket ini, pastikan Bapak/Ibu telah membaca Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum Bapak/Ibu memilih jawaban
4. Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada

**Kriteria penilaian**

1 = sangat tidak setuju      3 = ragu-ragu      5 = sangat setuju  
2 = tidak setuju              4 = setuju

5. Berdasarkan pengalaman Bapak/Ibu sebagai pengajar, berilah tanggapan terhadap Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global sesuai dengan pernyataan/pertanyaan yang telah diberikan

**Lembar Respon Guru**

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
<b>Aspek Tampilan Modul</b>					
1. Tampilan modul pembelajaran secara keseluruhan dapat menggambarkan isi materi yang terdapat di dalamnya					v

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
2. Gambar yang disajikan sudah sesuai dengan materi					v
3. Ukuran font/tulisan sesuai dan mudah untuk dibaca					v
<b>A. Aspek Isi Modul</b>					<b>B</b>
1. Petunjuk penggunaan modul IPA terpadu ini memudahkan peserta didik dalam menggunakannya				v	
2. Kesesuaian indikator pembelajaran dengan KI dan KD					v
3. Modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan peserta didik dalam memahami materi					v
4. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran					v
5. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah runtut dan bertahap				v	
6. Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab					v
7. Penyajian materi dalam modul ini menarik				v	
8. Kalimat yang digunakan dalam modul ini mudah dipahami oleh peserta didik				v	
9. lembar kerja peserta didik yang disediakan dalam modul ini sudah sesuai dengan materi					v
10. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti					v
11. Gambar dan tabel yang terdapat dalam modul ini dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi					v
12. Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman peserta didik tentang materi terkait					v
13. Desain <i>mind mapping</i> sesuai dengan perkembangan peserta didik				v	

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
14. <i>Mind mapping</i> dalam modul IPA terpadu ini sudah menarik				v	
15. Dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan dalam proses pembelajaran					v
<b>C. Aspek Komponen Modul</b>					<b>D</b>
1. Bagian awal yang terdiri dari cover, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, petunjuk penggunaan modul					v
2. Bagian isi yang terdiri dari materi pembelajaran, lembar kerja peserta didik, gambar atau ilustrasi penunjang materi					v
3. Bagian akhir yang terdiri dari rangkuman, uji kompetensi, penilaian, kunci jawaban, rubrik penilaian, dan daftar pustaka					v

#### Komentar dan saran

Dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* ini memudahkan dalam proses pembelajaran yaitu Meningkatkan kemampuan untuk mengingat sesuatu, meningkatkan kemampuan konsentrasi, menjadikan kegiatan belajar jadi lebih menyenangkan dan hemat waktu, membuat materi sulit menjadi lebih mudah dipahami dan dikuasi

Singaraja, 15 mei 2020

Guru



Drs Made Erry Sosiawan

NIP. 19690709 199512 1 002

**ANGKET RESPON GURU TERHADAP MODUL IPA TERPADU  
BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI PENCEMARAN  
LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

**Identitas Responden Guru**

Nama : Ni Luh Marsudi Adnyani, S.Pd  
Bidang Keahlian : Guru IPA  
Mengajar Kelas : VIII  
Sekolah : SMP Negeri 3 Banjar

**Petunjuk**

1. Tulislah terlebih dahulu identitas Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan
2. Sebelum mengisi angket ini, pastikan Bapak/Ibu telah membaca Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum Bapak/Ibu memilih jawaban
4. Isilah tanda (√) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan aspek penilaian yang ada  
 Kriteria penilaian  
 1 = sangat tidak setuju      3 = setuju  
 2 = tidak setuju              4 = sangat setuju
5. Berdasarkan pengalaman Bapak/Ibu sebagai pengajar, berilah tanggapan terhadap Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global sesuai dengan pernyataan/pertanyaan yang telah diberikan

**Lembar Respon Guru**

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
<b>Aspek Tampilan Modul</b>					
1. Tampilan modul pembelajaran secara keseluruhan dapat menggambarkan isi materi yang terdapat di dalamnya					√



Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
2. Gambar yang disajikan sudah sesuai dengan materi					v
3. Ukuran font/tulisan sesuai dan mudah untuk dibaca					v
<b>A. Aspek Isi Modul</b>					<b>B</b>
1. Petunjuk penggunaan modul IPA terpadu ini memudahkan peserta didik dalam menggunakannya					v
2. Kesesuaian indikator pembelajaran dengan KI dan KD					v
3. Modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan peserta didik dalam memahami materi					v
4. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran					v
5. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah runtut dan bertahap				v	
6. Kesesuaian <i>mind mapping</i> pada materi dan sub bab					v
7. Penyajian materi dalam modul ini menarik				v	
8. Kalimat yang digunakan dalam modul ini mudah dipahami oleh peserta didik				v	
9. Lembar kerja peserta didik yang disediakan dalam modul ini sudah sesuai dengan materi					v
10. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti				v	
11. Gambar dan tabel yang terdapat dalam modul ini dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi					v
12. Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman peserta didik tentang materi terkait				v	
13. Desain <i>mind mapping</i> sesuai dengan perkembangan peserta didik				v	

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
14. <i>Mind mapping</i> dalam modul IPA terpadu ini sudah menarik				v	
15. Dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan dalam proses pembelajaran					v
<b>C. Aspek Komponen Modul</b>					<b>D</b>
1. Bagian awal yang terdiri dari cover, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, petunjuk penggunaan modul					v
2. Bagian isi yang terdiri dari materi pembelajaran, lembar kerja peserta didik, gambar atau ilustrasi penunjang materi					v
3. Bagian akhir yang terdiri dari rangkuman, uji kompetensi, penilaian, kunci jawaban, rubrik penilaian, dan daftar pustaka					v

Komentar dan saran

Dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* menjadikan kegiatan belajar lebih menyenangkan dan hemat waktu, membuat materi sulit menjadi lebih mudah dipahami

Singaraja, 15 mei 2020

Guru



Ni Luh Marsudi Adnyani, S.Pd

NIP. 19790202 200801 2 024



Lampiran 08 Angket Uji Keterbacaan

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP MODUL IPA TERPADU  
BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI PENCEMARAN  
LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

**Identitas Responden Peserta didik**

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 berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum memilih jawaban
4. Isilah tanda (√) 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 berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
6. Berilah tanggapan anda berupa komentar dan saran terhadap Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global pada tempat yang telah disediakan.

## Lembar Respon Peserta didik

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
1. Petunjuk penggunaan modul IPA terpadu ini memudahkan saya dalam menggunakannya					
2. Modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan saya dalam memahami materi					
3. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran					
4. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah runtut dan bertahap					
5. Penyajian materi dalam modul ini menarik					
6. Ukuran tulisan sesuai dan mudah untuk dibaca					
7. Kalimat yang digunakan dalam modul ini mudah saya pahami					
8. lembar kerja peserta didik yang disediakan dalam modul ini sudah sesuai dengan materi					
9. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah saya mengerti					
10. Gambar dan tabel yang terdapat dalam modul ini dapat memudahkan saya dalam memahami materi					
11. Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya tentang materi terkait					
12. Bentuk <i>Mind mapping</i> dalam modul IPA terpadu ini sudah menarik					
13. Komponen dalam modul ini menurut saya sudah lengkap					
14. Saya senang dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini					

Komentar dan saran

.....

.....

.....

.....

Singaraja, ..... 2020

Peserta didik



Lampiran 09 Hasil Analisis Uji Keterbacaan

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP MODUL IPA TERPADU  
BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI PENCEMARAN  
LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL**

**Identitas Responden Peserta didik**

Nama : Ni Ketut ayu Risma  
Kelas : VII.1  
Sekolah : SMP Negeri 3 Banjar

**Petunjuk**

1. Tulislah terlebih dahulu identitas Anda pada tempat yang telah disediakan
2. Sebelum mengisi angket ini, pastikan Anda telah membaca Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
3. Bacalah dengan teliti setiap pernyataan dalam angket ini sebelum memilih jawaban
4. Isilah tanda (√) 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 berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global
6. Berilah tanggapan anda berupa komentar dan saran terhadap Modul IPA terpadu berbantuan *mind mapping* pada materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global pada tempat yang telah disediakan.

## Lembar Respon Peserta didik

Pernyataan	Skor				
	1	2	3	4	5
15. Petunjuk penggunaan modul IPA terpadu ini memudahkan saya dalam menggunakannya					√
16. Modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini memudahkan saya dalam memahami materi					√
17. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran					√
18. Materi yang disajikan dalam modul ini sudah runtut dan bertahap					√
19. Penyajian materi dalam modul ini menarik				√	
20. Ukuran tulisan sesuai dan mudah untuk dibaca				√	
21. Kalimat yang digunakan dalam modul ini mudah saya pahami					√
22. lembar kerja peserta didik yang disediakan dalam modul ini sudah sesuai dengan materi				√	
23. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah saya mengerti					√
24. Gambar dan tabel yang terdapat dalam modul ini dapat memudahkan saya dalam memahami materi				√	
25. Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya tentang materi terkait					√
26. Bentuk <i>Mind mapping</i> dalam modul IPA terpadu ini sudah menarik				√	
27. Komponen dalam modul ini menurut saya sudah lengkap					√
28. Saya senang dengan adanya modul IPA terpadu berbantuan <i>mind mapping</i> ini				√	

Komentar dan saran

Menurut pendapat Saya : senang belajar melalui modul IPA ini . Modul IPA ini juga mengetes sejauh manakah kemampuan kita

Singaraja, 2 Juni 2020

Peserta didik

Ni Ketut ayu Risma





## Lampiran 10 Riwayat Hidup

**RIWAYAT HIDUP**

**Ni Kadek Nina Yuniastri** lahir di Karangasem pada tanggal 07 Juni 1998. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak I Wayan Mastra (Alm) dan Ibu Ni Nyoman Sukani. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini penulis beralamat di jalan Gusti Ngurah Tenganan desa Pesedahan, Kecamatan Manggis, kabupaten Karangasem, Provinsi Bali. Penulis menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 1 Pesedahan dan lulus pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 1 Manggis dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun 2016 penulis menyelesaikan Pendidikan SMA di SMA Negeri 2 Amlapura dan melanjutkan ke Program Studi S1 Pendidikan IPA di Universitas Pendidikan Ganesha. Sampai dengan ditulisnya skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Pendidikan Ganesha .







# MODUL IPA TERPADU

SMP /MTs  
KELAS  
VII

SEMESTER 2

**PENULIS**

## PRAKATA

---

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Modul IPA Terpadu berbantuan *mind mapping* secara baik dan tepat pada waktunya.

Modul IPA Terpadu berbantuan *mind mapping* ini merupakan bahan ajar yang mengulas keterkaitan materi Pencemaran Lingkungan dan Pemanasan Global. Modul ini berisikan informasi pengetahuan yang lebih banyak dan menarik dengan adanya berbagai gambar, tabel dan info-info penting serta praktikum yang mendukung untuk pembelajaran. Modul ini juga dilengkapi dengan uji kompetensi dan kunci jawaban yang bisa diperoleh oleh guru, sehingga guru dapat mengukur indikator pembelajaran yang telah dicapai siswa.

Penyelesaian modul ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa bantuan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ni Made Pujani, M.Si dan Kompyang Selamat, S.Pd., M. Pd selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan selama penyusunan modul ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan modul ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari pembaca, semoga modul ini dapat mejadi sumber belajar yang baik dan mendukung pembelajaran khususnya mengenai materi pencemaran lingkungan dan pemanasan global.

Singaraja, Februari 2020

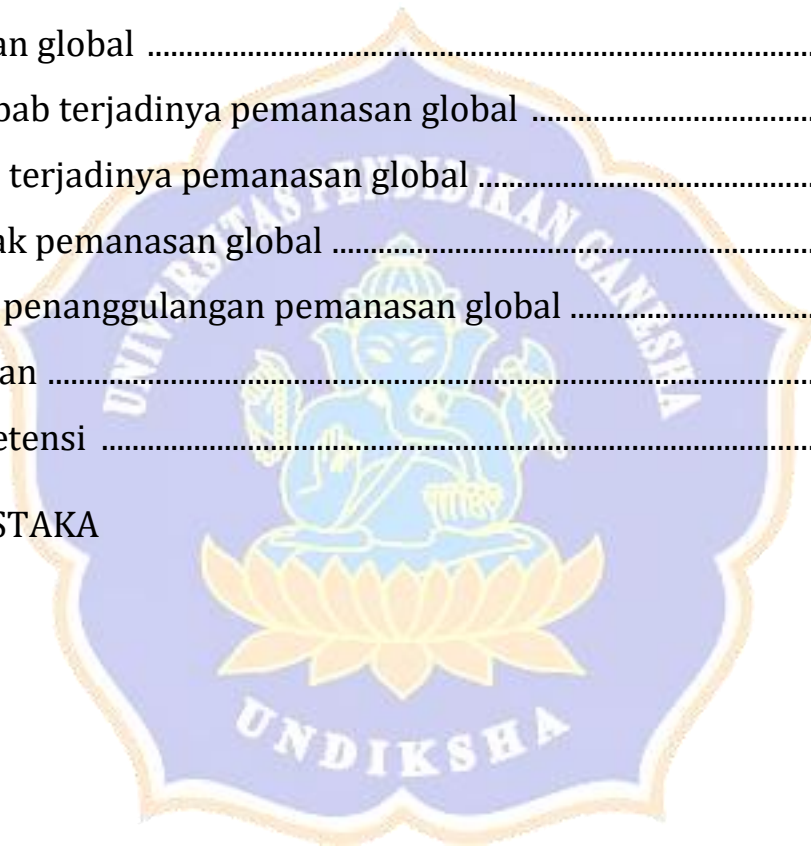
Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI 7.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	vii
PENGANTAR .....	x
BAB I. Pencemaran Lingkungan.....	1
1. Pencemaran Lingkungan .....	2
2. Jenis Pencemaran Lingkungan .....	3
3. Pencemaran Air .....	4
a. Faktor Pencemaran Air .....	8
b. Dampak Pencemaran Air .....	12
c. Cara Penanggulangan Pencemaran Air .....	18
4. Pencemaran Udara .....	23
a. Faktor Pencemaran Udara .....	25
b. Dampak Pencemaran Udara .....	26
c. Cara Penanggulangan Pencemaran Udara .....	28
5. Pencemaran Tanah .....	30
a. Faktor Pencemaran Tanah .....	31
b. Dampak Pencemaran Tanah .....	33
c. Cara Penanggulangan Pencemaran Tanah .....	36



6. Rangkuman .....	39
7. Uji Kompetensi .....	40
BAB 2. Pemanasan Global .....	44
1. Efek Rumah Kaca .....	47
a. Penyebab terjadinya efek rumah kaca .....	48
b. Proses Terjadinya efek rumah kaca .....	53
2. Pemanasan global .....	60
a. Penyebab terjadinya pemanasan global .....	62
b. Proses terjadinya pemanasan global .....	64
c. Dampak pemanasan global .....	66
d. Upaya penanggulangan pemanasan global .....	79
3. Rangkuman .....	83
4. Uji kompetensi .....	84
DAFTAR PUSTAKA	



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Air limbah industry .....	9
Gambar 1.2 Limbah rumah tangga .....	10
Gambar 1.3 Penggunaan pestisida .....	11
Gambar 1.4 <i>Blooming algae</i> .....	11
Gambar 1.5 Kolam stabilisasi .....	18
Gambar 1.6 Instalasi pengolahan pencemaran air .....	20
Gambar 1.7 Asap kendaraan bermotor .....	22
Gambar 1.8 Penipisan lapisan ozon .....	23
Gambar 2.1 Rumah kaca .....	45
Gambar 2.2 Proses terjadinya efek rumah kaca .....	51
Gambar 2.3 Penyebab terjadinya pemanasan global .....	60
Gambar 2.4 Proses pemanasan global .....	62
Gambar 2.5 Dampak pemanasan global .....	63
Gambar 2.6 Komposisi gas pada atmosfer .....	67
Gambar 2.7 Lapisan atmosfer .....	68
Gambar 2.8 Pesawat di stratosfer .....	69
Gambar 2.9 Meteor menuju atmosfer bumi .....	70
Gambar 2.10 Gelombang radio dipantulkan .....	71
Gambar 2.11 Tekanan udara .....	72
Gambar 2.12 Suhu di setiap lapisan atmosfer .....	73
Gambar 2.13 Lubang ozon .....	75
Gambar 2.14 Cara menanggulangi pemanasan global .....	76

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Gangguan Kesehatan Akibat Pencemaran Air .....	13
Tabel 1.2 Pengaruh Senyawa Kimia Terhadap Kesehatan .....	25



## PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

---

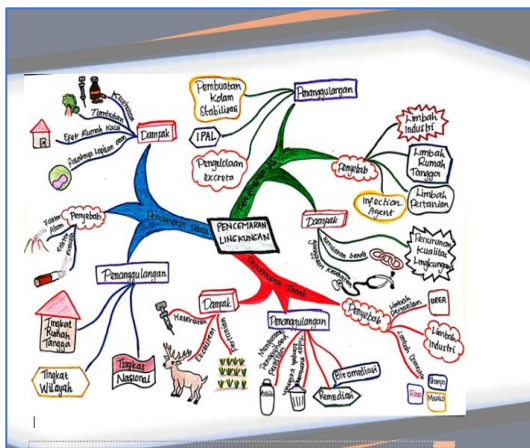
Modul ini berisi materi yang terkait dengan tema *bumiku semakin panas*, tema yang akan dibahas dalam modul ini mengacu pada materi pembelajaran IPA SMP Kelas VII semester II. Pembelajaran IPA Terpadu dengan tema bumiku semakin panas akan mengkaji materi dari kajian biologi, kimia dan fisika/astronomi di SMP. Tema tersebut dibagi menjadi dua sub-tema yaitu pencernaan lingkungan, dan pemanasan global. Modul ini berisikan halaman judul sebagai identitas modul, berbagai daftar seperti daftar isi, daftar tabel, dan daftar gambar untuk memudahkan pembaca dalam mencari materi yang akan dipelajari, baik berupa tabel maupun gambar. Sebelum mempelajari materi yang disajikan pada modul ini, terlebih dahulu dicermati indicator Pencapaian Kompetensi (IPK) setiap bab.

Pada awal setiap bab disajikan *mind mapping* untuk mempermudah pembaca mengetahui poin-poin penting yang akan dipelajari pada bab tersebut. Selain itu, dalam modul ini juga disajikan pengantar berupa fenomena atau peristiwa berkaitan dengan materi yang dapat membangkitkan pengetahuan awal Anda tentang materi yang akan dipelajari. Modul ini juga dilengkapi dengan fitur tahukah kamu dan info sains. Setiap materi pada modul ini dilengkapi dengan lembar kerja siswa (LKS) untuk melatih keterampilan Anda. Lakukanlah setiap kegiatan tersebut dengan cermat dan penuh semangat agar Anda lebih memahami materi yang dipelajari

Pada akhir setiap bab modul 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 setiap materi atau menjawab setiap soal dalam modul ini, Anda dapat membaca ulang materi atau dapat melakukan diskusi dengan teman atau guru Anda.



**Mind mapping:**

Dalam modul terdapat 3 *Mind mapping*. *Mind mapping* di awal materi, dalam materi dan akhir materi. *Mind mapping* di awal materi untuk menginformasikan materi yang akan disajikan, *mind mapping* di dalam materi untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa. *Mind mapping* di akhir materi untuk menguji pemahaman dan kreativitas siswa.

**Aktivitas siswa:**

Modul IPA terpadu ini dilengkapi dengan aktivitas siswa yang dapat meningkatkan keterampilan dan pemahaman siswa mengenai materi terkait untuk mencapai tujuan/KD yang ditentukan.

<b>Aktivitas Siswa</b>
<b>Pencemaran Tanah</b>
<b>Tujuan</b> Mengetahui pengaruh beberapa zat pencemar tanah terhadap pertumbuhan tanaman
<b>Alat dan Bahan</b>



### TAHUKAH KAMU

Pencemaran lingkungan 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)

Tahukah kamu:

Informasi tambahan untuk menambah wawasan siswa berupa penerapan kontekstual dalam kehidupan sehari-hari terkait dengan materi.

### Bahan Diskusi



Kalian sudah mengetahui bukan bagaimana pemahaman kalian, jawablah pertanyaan

Di sebuah desa terdapat sebuah fasilitas yang dimanfaatkan oleh warga di sekitar kolam mandi, dan bahkan terdapat pula warung tersebut. Menurut kalian bagaimanakah fasilitas tersebut masih layak dimanfaatkan atau

Bahan diskusi:

Bahan diskusi untuk menguji pemahaman siswa mengenai materi yang disajikan.



### RANGKUMAN

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau komponen lain ke dalam lingkungan yang turun sampai ke tingkat tertentu yang menimbulkan bahaya sesuai dengan fungsinya. jenis pencemaran udara, dan pencemaran

Rangkuman:

Rangkuman materi yang diuraikan pada bab tersebut. Melalui rangkuman ini siswa dapat menangkap butir-butir penting yang dipelajari.



### UJI KOMPETENSI

Uji Kompetensi:

Evaluasi untuk menilai apakah kompetensi yang telah dipelajari telah dipahami dengan baik atau tidak.

## PENGANTAR

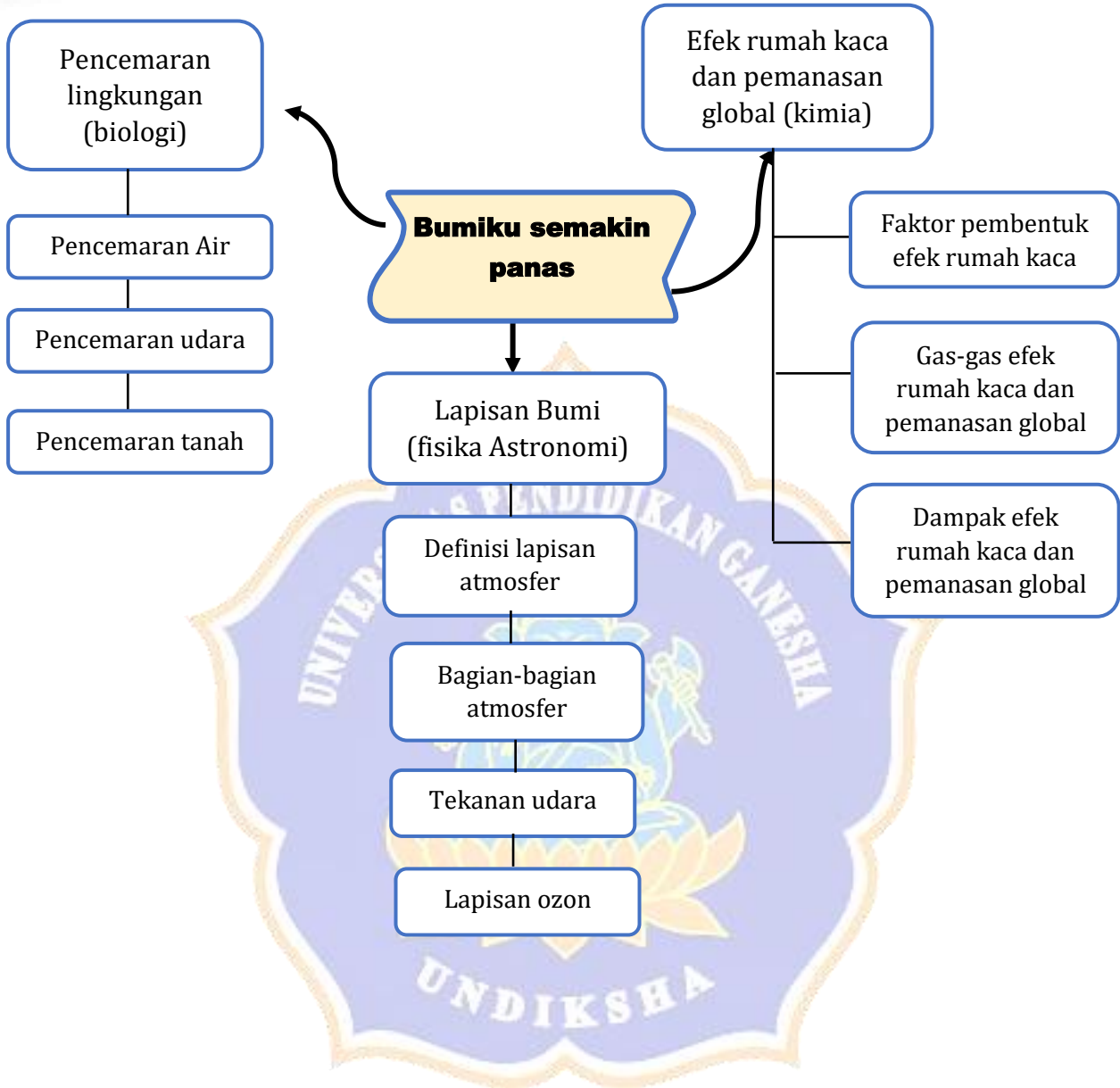
---

Tema: Bumiku Semakin Panas

Dibandingkan dengan beberapa puluh tahun yang lalu, sepertinya bumi kita ini semakin panas ya? Terkadang cuacanya juga tidak menentu, apa penyebabnya? Kenapa hal ini bisa terjadi?

Kehidupan manusia di muka bumi ini tidak lepas dari alat transportasi. Hasil dari transportasi tersebut berupa gas-gas yang sangat berbahaya, seperti karbon dioksida, dan karbon monoksida. Pabrik-pabrik yang ada juga menghasilkan gas-gas yang berbahaya serta dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, selain itu peralatan rumah tangga seperti kulkas dan pendingin ruangan (AC) juga berpengaruh terhadap meningkatnya suhu di muka bumi ini. Aktivitas manusia seperti penebangan dan pembakaran hutan sangat berdampak bagi bumi kita tercinta, karena adanya penebangan dan pembakaran hutan yang mengakibatkan jumlah pohon di dunia berkurang sehingga karbon dioksida di udara tetap banyak.

Mari kita pelajari lebih lengkap mengenai penyebab dan dampak dari bumi yang semakin panas pada modul ini! Sebelum masuk pada materi coba kalian perhatikan bagan berikut! Bagan tersebut akan memudahkan kalian untuk mengetahui materi apa saja yang akan kalian pelajari dalam modul ini.





# Bab

# 1

## PENCEMARAN LINGKUNGAN

### PENDAHULUAN

Apakah kalian pernah melihat teman kalian membuang sampah tidak pada tempatnya? Kebiasaan tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan dapat berdampak buruk bagi manusia maupun organisme lainnya. Untuk mengatasi sampah yang berserakan, biasanya manusia melakukan pembakaran yang dapat menyebabkan polusi udara berakibat meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) di udara. Kondisi itu dapat menyebabkan efek rumah kaca sehingga suhu di bumi semakin panas. Selain itu masih ada dampak pencemaran lainnya, apa saja itu? Mari kita pelajari pada BAB ini.



## Tujuan Pembelajaran

### Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

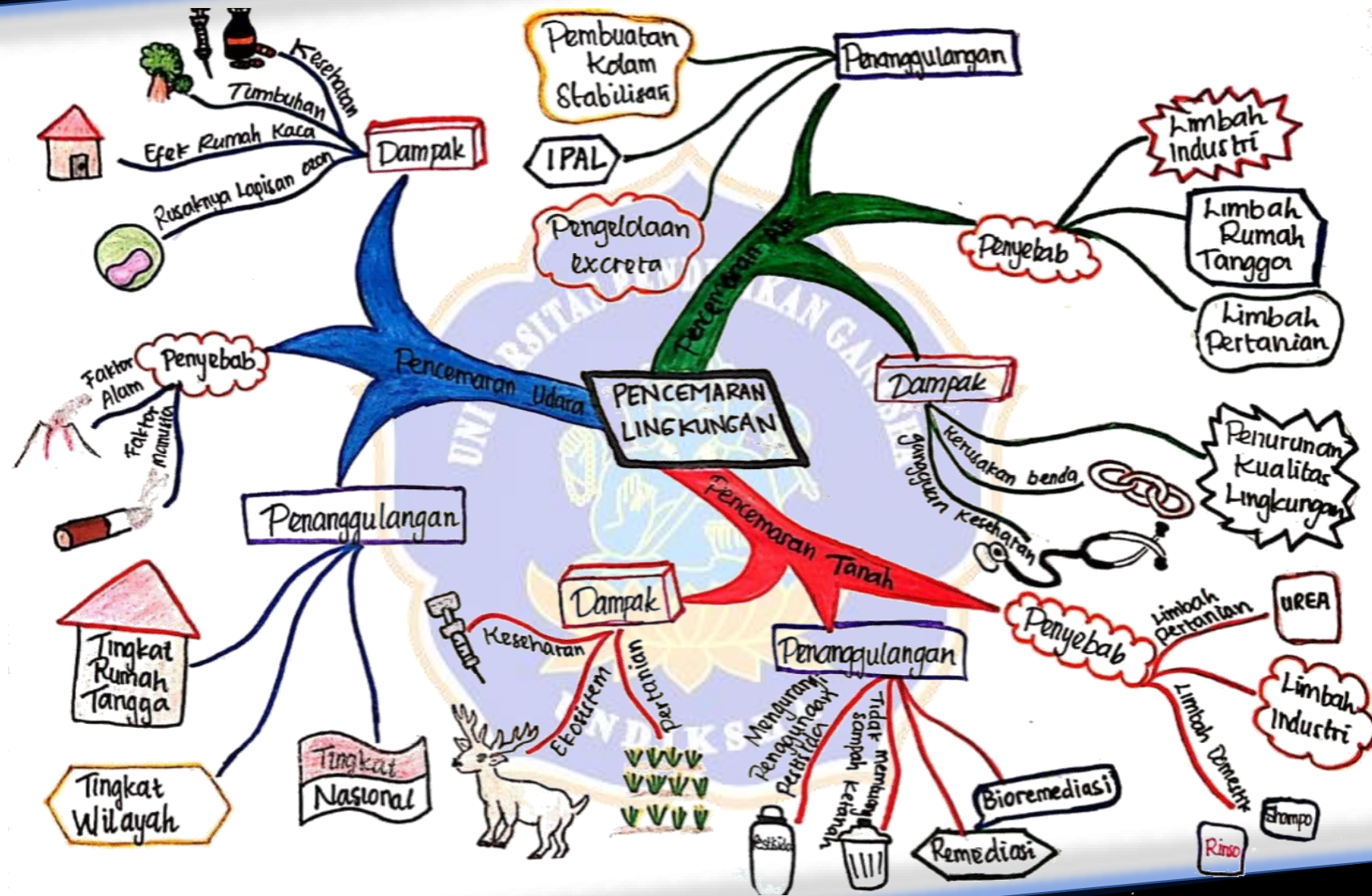
- Mendefinisikan pencemaran lingkungan
- Membedakan jenis-jenis pencemaran lingkungan
- Menjelaskan faktor penyebab pencemaran air
- Menganalisis dampak dari pencemaran air
- Menjelaskan cara penanggulangan pencemaran air
- Mendefinisikan pencemaran udara
- Menguraikan faktor penyebab pencemaran udara
- Menjelaskan dampak pencemaran udara
- Menjelaskan cara penanggulangan pencemaran udara
- Mendefinisikan pencemaran tanah
- Mendeskripsikan faktor penyebab pencemaran tanah
- Menganalisis dampak pencemaran tanah
- Menjelaskan cara penanggulangan pencemaran tanah



### PENCEMARAN LINGKUNGAN

Apakah kalian sering mendengar kata polusi atau pencemaran lingkungan, baik itu melalui televisi, radio, koran, majalah atau dari perbincangan masyarakat di sekitar? Tetapi tahukah kalian apa sebenarnya arti dari pencemaran lingkungan? Nah sebelum masuk ke materi pencemaran lingkungan, coba kalian perhatikan *mind mapping* berikut untuk mengetahui garis besar materi yang akan kita pelajari.





**P**encemaran lingkungan merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Pencemaran lingkungan (*environmental 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, 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 fungsinya. Jadi, pencemaran lingkungan terjadi akibat dari kumpulan kegiatan manusia dan faktor alam.

Bahan yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut polutan. Polutan dapat berupa bahan kimia, debu makhluk hidup atau yang dihasilkan makhluk hidup yang masuk ke dalam lingkungan. Dengan adanya polutan, lingkungan menjadi kurang atau tidak sesuai lagi dengan fungsinya. Akibatnya, terjadi kerusakan lingkungan yang dapat mengganggu atau merugikan manusia atau makhluk hidup lainnya.



### JENIS-JENIS PENCEMARAN LINGKUNGAN

Kalian 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 dan semangat! **Pencemaran lingkungan apabila**

dilihat dari sifat zat pencemarnya dapat dibedakan menjadi tiga macam, meliputi pencemaran biologis, pencemaran fisik, dan pencemaran kimiawi. Penjelasannya sebagai berikut.

### 1 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.

### 2 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.

### 3 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.

**Pencemaran juga dapat dibedakan berdasarkan tempat terjadinya pencemaran, meliputi pencemaran air, pencemaran udara, dan pencemaran tanah. Penjelasannya sebagai berikut.**

## **1** **Pencemaran Air**

Pencemaran air merupakan masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga kualitas air menurun. 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.

### **A. 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. 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, lapisan-lapisan 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.

## **B. Parameter Kimia**

Parameter kimia pada air terdiri dari pH Air dan *Dissolved Oxygen* (DO). Penjelasannya 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 makhluk 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.

### **C. Parameter Biologi**

Parameter biologi pada air terdiri dari plankton dan ikan. Penjelasan 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.

### Bahan Diskusi

Kalian sudah mengetahui bagaimana ukuran air yang baik, untuk menguji pemahaman kalian, jawablah pertanyaan berikut.

Di sebuah desa terdapat sebuah sungai yang mengalir, yang sering dimanfaatkan oleh warga di sekitar desa tersebut, seperti mencuci pakaian, mandi, dan bahkan terdapat pula warga yang membuang sampah ke sungai tersebut. Menurut kalian bagaimanakah cara untuk mengetahui air di sungai tersebut masih layak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari atau telah tercemar? Jelaskan!

## A. 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. Jenis limbah yang berasal dari industri dapat berupa limbah organik yang bau seperti limbah industri pangan 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



Sumber: Merdeka.com  
Gambar 1.1 Air limbah industri

dibuang ke saluran air atau sungai, akan menimbulkan pencemaran air dan merusak atau memusnahkan organisme di dalam ekosistem tersebut

Limbah industri (limbah pabrik) yang mengandung logam berat sering dialirkan ke sungai, sehingga sungai menjadi tercemar. Jenis-jenis logam berat adalah raksa, timbal, dan kadmium di mana ketiganya merupakan bahan pencemar yang sangat berbahaya bagi manusia. Air sungai yang tercemar akan bermuara ke laut. Dengan demikian air laut juga menjadi tercemar. Logam berat yang masuk ke dalam hewan laut (ikan, udang, kerang) akan terkumpul di dalam tubuhnya. Jika hewan laut yang telah tercemar logam berat dikonsumsi oleh manusia, akibatnya akan sangat berbahaya. Misalnya pencemaran raksa yang pernah terjadi di Teluk Minamata di Jepang. Para nelayan di sekitar Teluk Minamata memakan ikan yang telah tercemar raksa. Akibat yang ditimbulkan, para nelayan tersebut mengalami kerusakan sistem saraf. Penyakit yang dialami para nelayan tersebut dikenal dengan penyakit Minamata.

## b. Limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga merupakan limbah yang berasal dari hasil samping kegiatan perumahan. Limbah rumah tangga dapat berasal dari bahan organik, anorganik, maupun bahan berbahaya dan beracun. Limbah organik adalah limbah seperti 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 botol minyak wangi.



Sumber: steemit.com  
Gambar 1.2 limbah rumah tangga

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 kadang-kadang 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.

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 suburnya ganggang di atas permukaan air. Tanaman ganggang ini dapat menutupi seluruh permukaan air, sehingga mengurangi kadar sinar 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.



Sumber: Kelestarianlingkungan1.blogspot.com

Gambar 1.3 Penggunaan pestisida



Sumber: Nypost.com

Gambar 1.4 *blooming algae*



## TAHUKAH KAMU

Air di Danau Batur Bali telah tercemar, terdapat beberapa kandungan tertentu di antaranya pestisida yang disinyalir merupakan imbas dari aktivitas pertanian di sekitar. Demikian pula dengan sisa oli dan sisa bahan bakar solar dari mesin penyedot air yang disinyalir jumlahnya lebih dari 200 unit. Selain mengalami pencemaran, kadar oksigen di dalam danau juga cenderung dangkal. “Berdasarkan pengukuran salah satu Universitas asal Jepang bersama dengan Universitas Udayana tahun 2017, kedalaman Danau Batur di titik tengah yakni 82 meter. Dari kedalaman tersebut, kandungan oksigen hanya 11 meter. Berdasarkan pengukuran itu pula, klasifikasi air di Danau Batur masuk dalam kelas II, atau tidak layak dikonsumsi langsung.

(sumber. Kompas.com)

## B. Dampak Pencemaran Air

Pencemaran air memiliki dampak yang merugikan bagi lingkungan dan makhluk hidup. Berikut merupakan dampak dari pencemaran lingkungan.

### a. Penurunan Kualitas Lingkungan

Pembuangan air limbah secara langsung ke dalam air menyebabkan pencemaran air di permukaannya. Misalnya, pembuangan limbah organik ke dalam air dapat meningkatkan populasi mikroorganisme dan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air. Hal ini dapat menurunkan kandungan oksigen dalam air sehingga dapat mengganggu kehidupan di dalam air.

b. Gangguan kesehatan

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mengandung bibit penyakit (jamur dan bakteri), vektor penyakit (sarang nyamuk, lalat, kecoa, dan lain-lain), serta menimbulkan gangguan kesehatan.

Tabel 1.1

Gangguan Kesehatan Akibat Pencemaran Air

No	Penyebab	Penyakit
1	Virus - <i>Rota virus</i> - <i>Virus hepatitis A</i> - <i>Virus Poliomyelitis</i>	- Diare pada anak - Hepatitis A - <i>Poliomyelitis</i>
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 - <i>Tifus abdominale</i> - <i>Paratifus</i> - Disentri
3	Protozoa - <i>Entamoeba histolytica</i> - <i>Balantidia coli</i> - <i>Giardia lamblia</i>	- <i>Dysentri amoeba</i> - <i>Balantidiasis</i> - <i>Giardiasis</i>
4	Metazoan - <i>Ascaris lumbricoides</i> - <i>Clonorchis sinensis</i> - <i>Diphyllobothrium latum</i> - <i>Tawenia sagitnata/solium</i> - <i>Schistosoma</i>	- <i>Ascaris</i> - <i>Clonorchiasis</i> - <i>Dyphylobothriasis</i> - <i>Taeniasis</i> - <i>Schistosomiasis</i>

c. Mempercepat Proses Kerusakan Benda

Ada sebagian air limbah yang mengandung zat yang dapat diubah oleh bakteri *anaerob* menjadi gas yang dapat merusak seperti H<sub>2</sub>S. Gas



ini dapat mempercepat proses perkaratan pada besi. Agar terhindar dari hal-hal di atas, sebaiknya sebelum dibuang, air limbah harus diolah terlebih dahulu

**Setelah kalian mempelajari mengenai dampak pencemaran air, untuk membuktikan dampak pencemaran air secara langsung, silahkan lakukan percobaan berikut!**

### Aktivitas Siswa

NAMA KELOMPOK:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

**JUDUL : PENCEMARAN AIR**

#### **TUJUAN**

Siswa mampu mengetahui dampak pencemaran air terhadap hewan yang hidup di air melalui praktikum sederhana dengan tepat.

#### **LANGKAH KEGIATAN**

##### **1. Mengamati**



Pencemaran air merupakan suatu perubahan keadaan tempat penampungan air yang mengakibatkan menurunnya kualitas air sehingga air tidak dapat digunakan lagi sesuai peruntukannya. Perubahan ini diakibatkan oleh aktivitas manusia. Bahan pencemar pada pencemaran air dapat berupa limbah padat atau cair, misalnya yang berasal dari rumah tangga, industri, pertanian, dan sebagainya. Pencemaran air berdampak bagi makhluk hidup di sekitarnya.

Berdasarkan proses mengamati di atas, tuliskan informasi apa saja yang kalian dapatkan!

1. ....
2. ....

## 2. Menanya

Buatlah rumusan masalah terkait dampak pencemaran air sesuai dengan informasi yang diperoleh pada tahap mengamati serta sesuai dengan tujuan praktikum!

1. ....
2. ....

## 3. Mengumpulkan Data

### A. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat susunlah hipotesis yang sesuai dengan tujuan praktikum!

1. ....
2. ....

### B. Alat dan bahan

Alat

Nama Alat	Jumlah
Gelas plastik	3 buah
Sendok kecil	buah

### Bahan

Nama Bahan	Jumlah
Deterjen	Secukupnya
Air	Secukupnya
Ikan kecil	3 ekor

### C. Langkah kerja

- 1) Siapkanlah tiga buah gelas plastik yang ukurannya sama
- 2) Berilah label pada masing-masing gelas dengan menuliskan A, B, dan C.
- 3) Isilah masing-masing gelas dengan air mineral dengan jumlah yang sama
- 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 deterjen dan sendok kecil atau untuk lebih detail kamu dapat menggunakan timbangan digital untuk mengukur jumlah deterjennya.
- 6) Ambillah satu sendok kecil deterjen, lalu masukkan ke dalam gelas B.
- 7) Lakukanlah hal yang sama dengan ukuran dua kalinya (dua sendok kecil) deterjen dan masukkan ke dalam gelas C.
- 8) Gelas A tidak ditambahkan deterjen.
- 9) Setelah semuanya siap, ambillah ikan kecil yang kamu siapkan, dan masukkan ke dalam gelas masing-masing satu ekor.

10) Amatilah apa yang terjadi pada ikan (kondisi) pada periode waktu tertentu.

11) Catatlah semua hasil pengamatanmu.

D. Tabel hasil pengamatan

	Kondisi awal ikan	Kondisi /menit		Kondisi akhir (5 menit)
		1 menit	3 menit	
Gelas A (tidak ditambahkan detergen)				
Gelas B (satu sendok detergen)				
Gelas C (dua sendok detergen)				

**4. Mengasosiasi**

a. Analisis data

1) Bagaimanakah kondisi ikan pada gelas A, B, dan C tersebut?

.....  
.....

2) Apa yang menyebabkan kondisi ikan pada ketiga gelas tersebut berbeda?

.....  
.....

b. Kesimpulan

1) Buatlah kesimpulan berdasarkan praktikum dan analisis data yang telah dilakukan!

.....

## 5. Mengomunikasikan

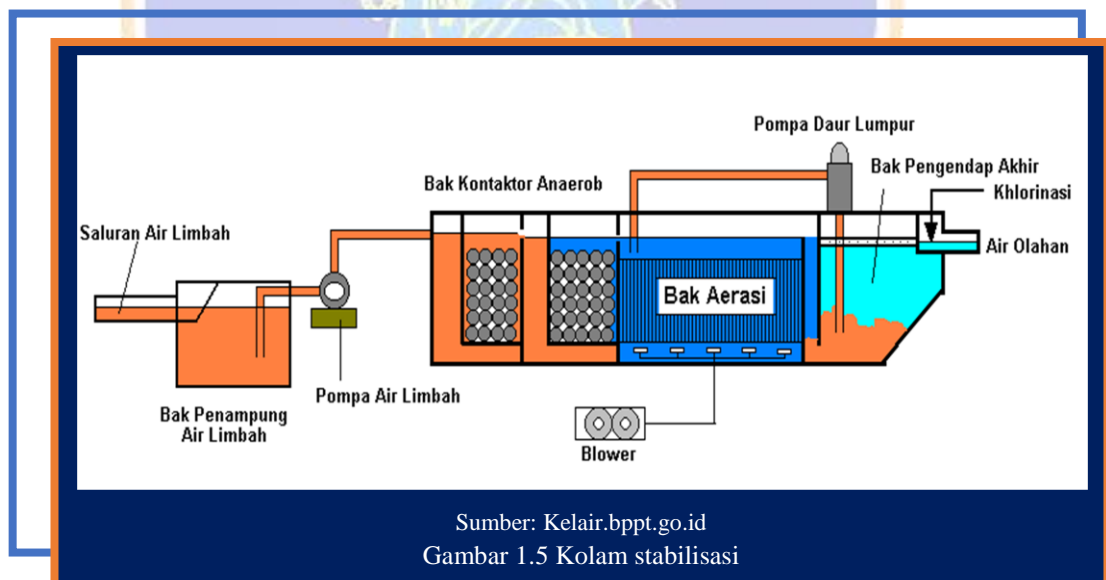
1. Komunikasikan hasil diskusi di depan kelas
2. Guru memberikan konfirmasi terhadap hasil diskusi siswa

**Selamat Bekerja!**

## C. Penanggulangan Pencemaran Air

Pencemaran air memiliki dampak buruk terhadap lingkungan, benda maupun kesehatan, sehingga perlu adanya penanggulangan terhadap pencemaran air. Berikut beberapa cara untuk menanggulangi pencemaran air.

### 1. Pembuatan Kolam Stabilisasi



Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralkan 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). Karena biaya yang dibutuhkan murah, cara ini direkomendasikan untuk daerah tropis dan sedang berkembang.

## 2. IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)

Pengolahan air limbah dengan bantuan alat dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *primary treatment* (pengolahan pertama), *secondary treatment* (pengolahan kedua), dan *tertiary treatment* (pengolahan lanjutan).

*Primary treatment* merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi. Beberapa alat yang digunakan adalah saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, saringan multimedia, percol filter, mikrostaining, dan vacuum filter.

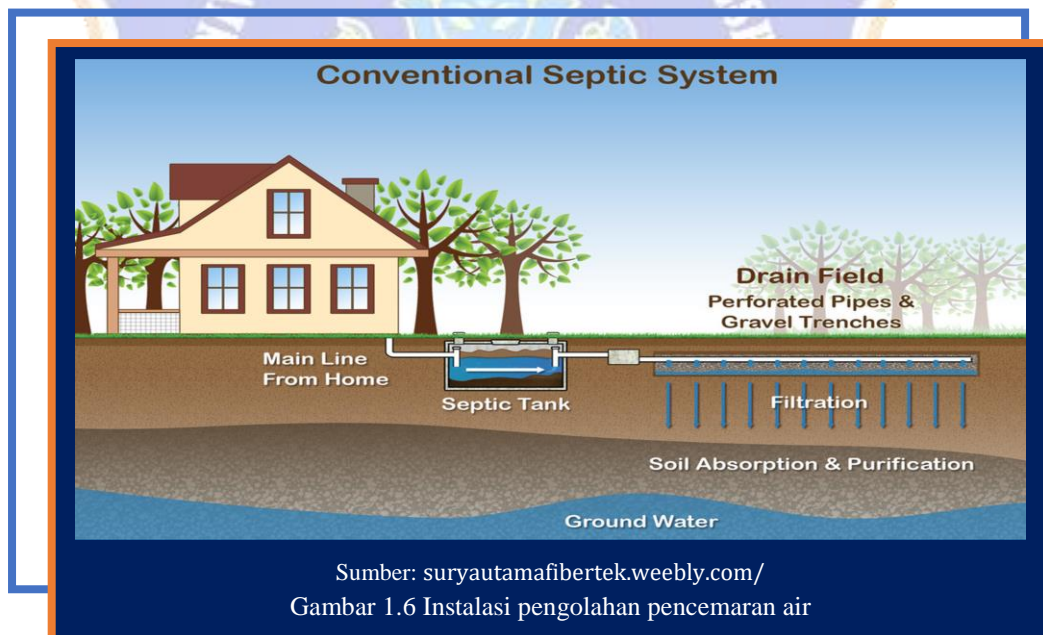
*Secondary treatment* merupakan pengolahan kedua, bertujuan untuk menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah. Pengolahan limbah rumah tangga bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan organik, nutrisi nitrogen, dan fosfor. Penguraian bahan organik ini dilakukan oleh makhluk hidup secara aerobik (menggunakan oksigen) dan anaerobik (tanpa oksigen).

Secara aerobik, penguraian bahan organik dilakukan mikroorganisme dengan bantuan oksigen sebagai *electron acceptor* dalam air limbah. Selain itu, aktivitas aerobik ini dilakukan dengan bantuan lumpur aktif (*activated sludge*) yang banyak mengandung

bakteri pengurai. Hasil akhir aktivitas aerobik sempurna adalah  $\text{CO}_2$ , uap air, dan *excess sludge*. Secara anaerobik, penguraian bahan organik dilakukan tanpa menggunakan oksigen. Hasil akhir aktivitas anaerobik adalah biogas, uap air, dan *excess sludge*. *Tertiary treatment* merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan posfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen.

### 3. Pengelolaan Excreta

Excreta banyak terdapat dalam air limbah rumah tangga yang mengandung bakteri patogen penyebab penyakit. Jika tidak dikelola dengan baik, excreta dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit.



Pengelolaan excreta dapat dilakukan dengan menampung dan mengolahnya pada jamban atau *septic tank* yang ada di sekitar tempat tinggal, dialirkan ke tempat pengelolaan, atau dilakukan secara kolektif. Untuk mencegah meresapnya air limbah excreta ke sumur

atau resapan air, jamban yang kita buat harus sehat. Syaratnya, tidak mengotori permukaan tanah, permukaan air dan air tanah di sekitarnya, tidak menimbulkan bau, sederhana, jauh dari jangkauan serangga (lalat, nyamuk, atau kecoa), murah, dan diterima oleh pemakainya. Pengelolaan excreta dalam *septic tank* dapat diolah secara anaerobik menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber gas untuk rumah tangga. Selain itu, pengelolaan excreta dengan tepat akan menjauhkan kita dari penyakit bawaan air.

Dalam meminimalisasi sampah hasil limbah rumah tangga khususnya, dapat dilakukan upaya pengurangan sampah. Cara menangani limbah cair dan padat diharapkan tidak menyebabkan polusi dengan prinsip ekologi yang dikenal dengan istilah 4R, yaitu *recycle, reuse, reduce, dan repair*.

a. *Recycle* (pendaurulangan)

Proses *recycle* misalnya untuk sampah yang dapat terurai dijadikan kompos. Kompos ini dipadukan dengan pemeliharaan cacing tanah, sehingga dapat diperoleh hasil yang baik. Cacing tanah dapat menyuburkan tanah dan kompos digunakan sebagai pupuk.

b. *Reuse* (Penggunaan ulang)

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

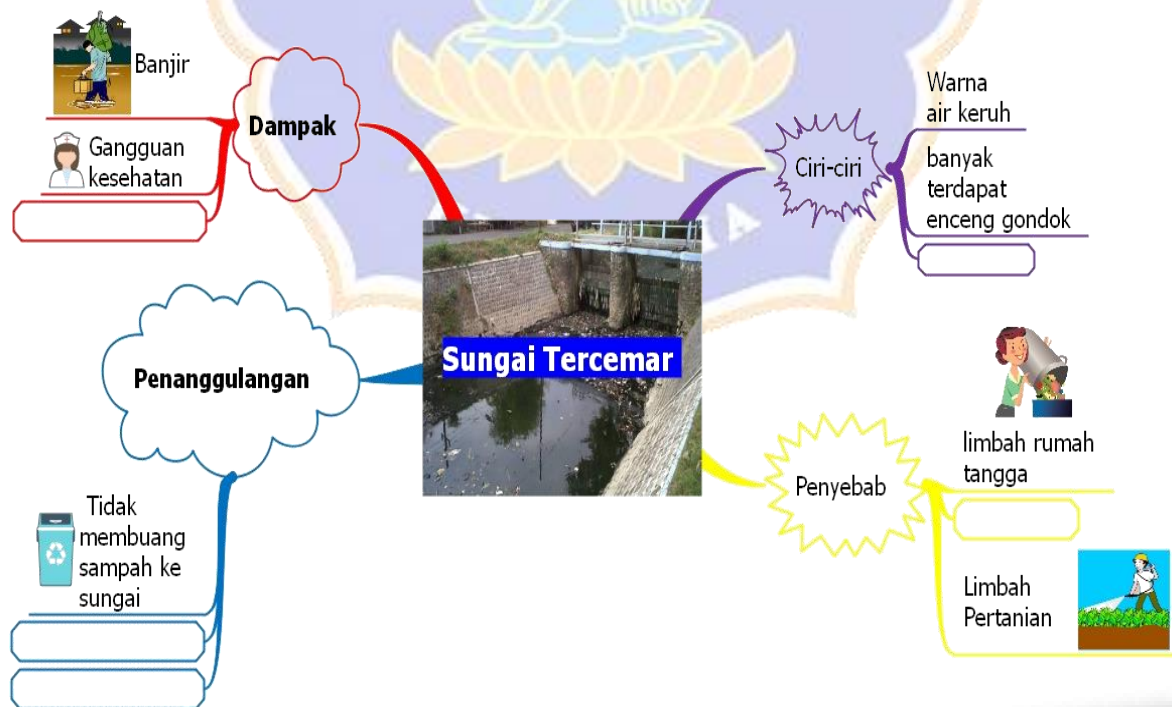
c. *Reduce*

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

d. *Repair*

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

**Kalian telah memahami bukan tentang pencemaran air? Untuk mengetahui sejauh mana pemahaman kalian mengenai materi yang telah dipelajari silahkan salin, lengkapi dan kembangkan *mind mapping* berikut pada selembar kertas!**





Pencemaran udara adalah peristiwa masuknya zat, energi, atau komponen lainnya ke dalam lingkungan udara. Akibatnya, kualitas udara menurun sehingga mengganggu kehidupan manusia atau makhluk lainnya. Pencemaran udara umumnya terjadi di kota-kota besar dan daerah industri (pabrik). Pencemaran udara terutama disebabkan oleh pembakaran bahan bakar dari kendaraan bermotor dan gas buangan pabrik. Partikel-partikel halus dalam asap gas buangan pabrik yang merupakan polutan berpengaruh buruk terhadap lingkungan. Bahan-bahan pencemar udara yang merugikan kesehatan manusia antara lain karbon dioksida, karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen oksida, CFC (*chlorofluorocarbon*), dan asap.

1. Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )

Karbon dioksida dilepaskan oleh hasil pembakaran sempurna bahan bakar fosil, misalnya minyak bumi. Pembakaran bahan bakar fosil ini menjadi penyumbang terbesar terjadinya pencemaran udara. Dalam tubuh manusia, karbon dioksida dapat memacu pernapasan. Sedangkan adanya karbon dioksida yang berlebih di atmosfer (udara) dapat menimbulkan terjadinya kenaikan suhu di bumi.

2. Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida dilepaskan oleh hasil pembakaran tidak sempurna dalam mesin kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor yang dihidupkan



di suatu ruangan tertutup dapat menyebabkan udara tercemar hanya dalam beberapa menit. Karbon monoksida bersifat racun apabila terhirup oleh manusia. Misalnya, dapat menyebabkan sakit kepala, rasa mual, atau kelelahan yang diikuti dengan tidak sadarkan diri.



Sumber: ridertua.wordpress.com  
Gambar 1. 7 Asap kendaraan bermotor mengeluarkan CO<sub>2</sub> dan CO



### TAHUKAH KAMU

Daya ikat hemoglobin terhadap CO, 210 kali lebih kuat daripada hemoglobin terhadap O<sub>2</sub>. Akibatnya, jika manusia menghirup udara yang mengandung CO<sub>2</sub>, gas oksigen yang seharusnya diikat hemoglobin dan disalurkan ke seluruh tubuh akan digantikan oleh CO. sehingga tubuh akan kekurangan oksigen dan proses metabolisme akan terganggu. Dalam kadar yang tinggi (>100 ppm), CO dapat menyebabkan pingsan bahkan kematian.

(sumber. books.google.co.id)

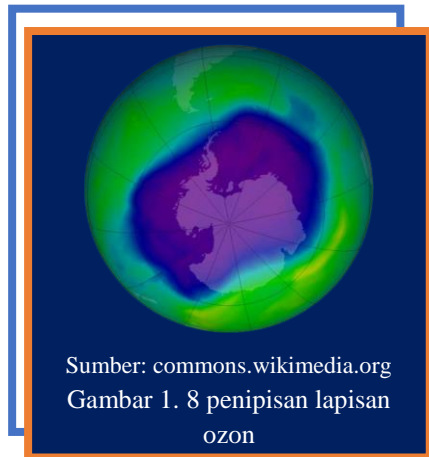
### 3. Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>)

Sulfur dioksida dan nitrogen dioksida dilepaskan oleh hasil pembakaran bahan bakar fosil. Kedua gas ini larut dalam air dan menyebabkan terjadinya hujan asam. Hujan asam menyebabkan tanah menjadi asam. Akibatnya, zat-zat mineral dalam tanah akan hilang. Hujan asam yang jatuh di perairan dapat menyebabkan ikan dan tumbuhan air mati.

### 4. CFC (*chlorofluorocarbon*)

CFC sering digunakan untuk AC, aerosol (misalnya penyemprot rambut, obat nyamuk semprot), dan lemari es. CFC menyebabkan kerusakan ozon.

Ozon adalah lapisan udara di stratosfer bumi. Ozon berfungsi melindungi kehidupan di bumi terhadap radiasi ultraviolet dari matahari. Lapisan ozon yang mengalami kerusakan menimbulkan terjadinya penipisan lapisan ozon atau lubang ozon. Jika ozon berlubang maka radiasi ultraviolet akan sampai ke bumi.



Radiasi ultraviolet dapat menimbulkan penyakit kanker kulit dan kulit terbakar.

#### 5. Asap

Asap dapat ditimbulkan oleh kebakaran hutan, atau kebakaran ladang minyak. Asap dapat terkumpul di atmosfer dan menyebabkan berkurangnya cahaya matahari ke bumi. Selain itu, asap dapat menyebabkan gangguan pernapasan. Asap yang ditimbulkan oleh pembakaran plastik sangat berbahaya apabila terhirup oleh manusia.

### A. Faktor Penyebab Pencemaran Udara

Secara garis besar faktor penyebab pencemaran udara itu terbagi menjadi dua, yakni aktivitas alam dan aktivitas manusia

#### 1. Faktor alam (internal) yang bersumber dari aktivitas alam

Aktivitas alam dapat menimbulkan pencemaran udara di atmosfer. Contohnya ketika gunung berapi meletus akan menghasilkan abu vulkanik dan gas-gas vulkanik seperti gas  $H_2S$ , Nitrogen Dioksida ( $NO_2$ ).

Selain itu juga dapat berupa debu yang beterbangan di udara akibat tiupan angin, dan bau yang tidak enak akibat proses pembusukan sampah organik

2. Faktor manusia (eksternal) yang bersumber dari hasil aktivitas manusia  
Pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia seperti Pembakaran sampah, pembakaran hutan, asap kendaraan, asap rokok, bahan-bahan buangan dari kegiatan pabrik industri yang memakai zat kimia organik dan anorganik, pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara

## B. Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara mengakibatkan kerugian bagi makhluk hidup di bumi. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara antara lain bagi gangguan kesehatan, efek rumah kaca, dan rusaknya lapisan ozon.

### 1) Gangguan kesehatan

Udara yang kotor dan tercemar senyawa kimia akibat menimbulkan berbagai penyakit sebagai berikut.

- a. ISPA (infeksi saluran pernapasan. 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.
- b. 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.

Tabel 1.2 Pengaruh Senyawa Kimia Terhadap Kesehatan Manusia

Karbon monoksida (CO)	Menurunkan kemampuan darah membawa oksigen, melemahkan berpikir, penyakit jantung, pusing, kelelahan, sakit kepala dan kematian
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	Memperberat penyakit saluran pernapasan, melemahkan pernapasan dan iritasi mata
Hidrokarbon	Memperberat penyakit jantung dan pernafasan, iritasi paru-paru
Oksigen fotokimia	Memperberat penyakit jantung dan pernafasan iritasi mata, iritasi kerongkongan dan saluran pernapasan
Debu	Penyakit kanker, memperberat penyakit jantung dan pernafasan, batuk dan dada terasa tidak enak
Logam dan senyawa logam	Menyebabkan penyakit pernapasan, kanker, merusakkan syaraf dan kematian

## 2) Efek rumah kaca

Konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dan H<sub>2</sub>S yang tinggi di atmosfer akan memicu terjadinya efek rumah kaca, yakni peningkatan suhu bumi. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dan H<sub>2</sub>S akan membentuk semacam lapisan yang akan menahan panas bumi keluar, sehingga panas yang ditimbulkan bumi akan terkungkung di dalam seperti pada rumah kaca.



### 3) Rusaknya Lapisan Ozon

CFC merupakan senyawa yang sering digunakan dalam produk-produk pendingin (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

## C. Upaya Penanggulangan Pencemaran Udara

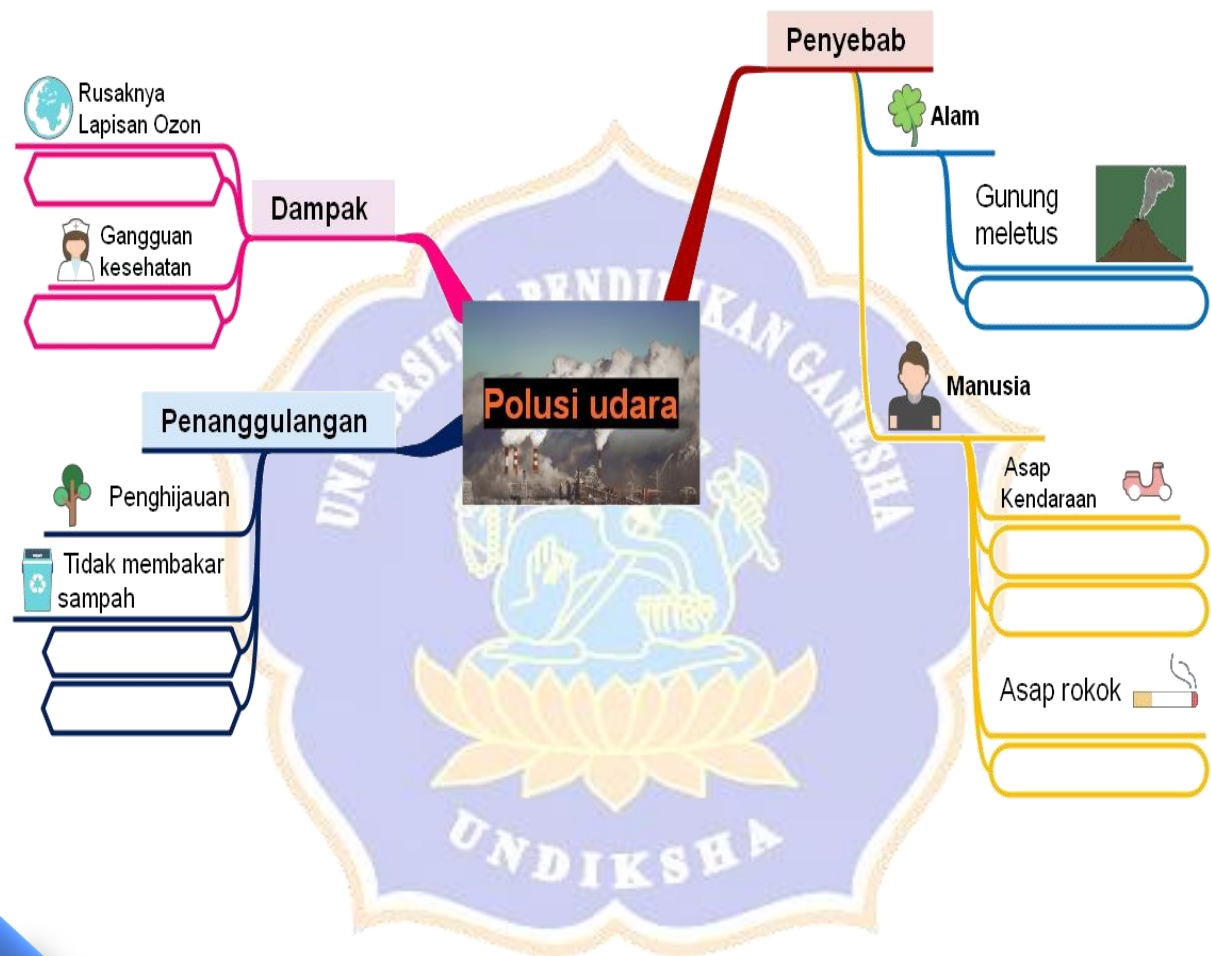
Upaya penanggulangan pencemaran udara dilakukan baik di tingkat rumah tangga, wilayah, maupun di tingkat nasional sebagai berikut.

- 1) Penanggulangan pencemaran udara di tingkat rumah tangga
  - a. Tidak membakar sampah di pekarangan
  - b. Tidak merokok di dalam ruangan
  - c. Menanam tanaman hias di pekarangan atau di pot
  - d. Segera mematikan kompor atau kayu bakar jika proses memasak selesai
- 2) Penanggulangan pencemaran udara tingkat wilayah
  - a. Ikut berpartisipasi dalam gerakan penghijauan



- b. Ikut memelihara atau tidak mengganggu taman kota dan pohon pelindung
  - c. Tidak melakukan penebangan hutan, pohon dan tumbuhan liar secara sembarangan
- 3) Penanggulangan pencemaran udara tingkat nasional berupa kebijakan pemerintah
- a. Keharusan membuat cerobong asap bagi industri dan pabrik
  - b. Larangan beredarnya insektisida berbahaya seperti dikloro-difenil-trikloroetana (DDT)
  - c. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil (minyak, batu bara) dan mengantinya dengan listrik tenaga air, surya, atau angin
  - d. Larangan penggunaan gas CFC, saat ini telah ditemukan gas pengganti CFC yang aman bagi lingkungan
  - e. Membatasi beroperasinya kendaraan bermotor dan mesin pembakar yang sudah tua dengan penertiban uji emisi
  - f. Pengaturan lokasi industri yang jauh dari wilayah permukiman

Kalian telah memahami bukan tentang pencemaran udara? Untuk mengetahui sejauh mana pemahaman kalian mengenai materi yang telah dipelajari silahkan salin, lengkapi dan kembangkan *mind mapping* berikut pada selembar kertas!



### 3 Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah peristiwa masuknya zat atau komponen lain ke dalam suatu areal tanah. Akibatnya, dapat mengubah atau mempengaruhi keseimbangan ekologis di areal tersebut.

## A. Faktor Penyebab Pencemaran Tanah

### 1. Limbah Domestik

Limbah Domestik dapat berasal dari daerah: pemukiman penduduk, perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain, kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta, dan wisata. Limbah ini dapat berupa limbah padat dan cair

- a. Limbah Padat berupa senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan atau diuraikan oleh mikroorganisme seperti plastik, logam, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan jika di buang ke tanah kandungan kimianya akan terserap tanah sehingga akan mencemari tanah dan tanah menjadi kurang subur.
- b. Limbah Cair berupa tinja, deterjen, oli, cat, jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah. Jika makhluk hidup tersebut merupakan bakteri pengurai (mikroorganisme), penyediaan humus akan berkurang dan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang mati tidak akan terurai lagi menjadi unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan.

Kedua limbah tersebut mempunyai dampak buruk bagi tanah, hingga akhirnya dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup. Limbah padat akan tetap utuh hingga 300 tahun yang akan datang. 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.

## 2. Limbah industri

Limbah industri berasal dari sisa-sisa produksi industri yang dapat berupa limbah cair dan limbah padat.

- a. Limbah Cair Industri berupa 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 zat tersebut beracun terhadap mikroorganisme. Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah.
- b. Limbah industri padat yang merupakan hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, dan bubur yang berasal dari proses pengolahan. Penimbunan limbah padat mengakibatkan pembusukan yang menimbulkan bau di sekitarnya karena menghasilkan gas tertentu. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, serta pengawetan buah, ikan, daging, dan lain-lain.

## 3. Limbah pertanian

Limbah pertanian dapat berupa sisa-sisa pupuk sintetis untuk menyuburkan tanah atau tanaman, misalnya pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman. Penggunaan pupuk yang terus



menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang serta dapat mematikan 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. Limbah yang telah mencemari lingkungan akan membawa dampak yang merugikan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Kerugian secara langsung, apabila pencemaran tersebut secara langsung dan cepat dapat dirasakan akibatnya oleh manusia. Kerugian secara tidak langsung, apabila pencemaran tersebut mengakibatkan lingkungan menjadi rusak sehingga daya dukung lingkungan terhadap kelangsungan hidup manusia menjadi menurun.

## B. Dampak Pencemaran Tanah

Dampak pencemaran tanah terdiri dari dampak pada kesehatan, lingkungan dan ekosistem, serta pada pertanian. Penjelasannya sebagai berikut.

### 1. Dampak pada Kesehatan

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena.

- a. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal.



- b. Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia.
  - c. Merkuri (air raksa) dan siklodiena dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal, dan mungkin tidak bisa diobati.
  - d. Polychlorinated biphenyls (PCB) dapat menyebabkan kanker, mengganggu sistem kekebalan tubuh, sistem saraf dan menyebabkan penebalan kulit
  - e. Organofosfat dan karbamat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Ada beberapa macam dampak pada kesehatan seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk paparan bahan kimia yang disebut di atas. Pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan Kematian.
2. Dampak pada Lingkungan atau Ekosistem

Ekosistem merupakan wujud interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan serta komponen- komponen yang ada di dalamnya (baik komponen biotik maupun komponen abiotik). Tanah termasuk ke dalam komponen abiotik sehingga tercemarnya tanah pastinya akan menyebabkan keseimbangan ekosistem menjadi terganggu. 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.

### 3. Dampak pada Pertanian

Dampak yang muncul jika pencemaran terjadi bagi pertanian adalah adanya 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.

**Setelah kalian mempelajari mengenai dampak pencemaran tanah, mari kita buktikan dampaknya secara langsung melalui percobaan sederhana berikut ini!**

#### Aktivitas Siswa

#### Pencemaran Tanah

##### Tujuan

Mengetahui pengaruh beberapa zat pencemar tanah terhadap pertumbuhan tanaman

##### Alat dan Bahan

1. Tanah sawah atau kebun
2. Pot atau polybag 4 buah
3. Biji jagung dan kacang tanah
4. Oli bekas
5. Air

##### Prosedur Kerja

1. Siapkan empat buah pot atau polybag, berilah label A, B, C, dan D
2. Masukkan tanah sawah atau kebun ke dalam pot A dan B, sedangkan untuk pot

3. C dan D masukkan tanah yang telah dicampur dengan oli bekas
4. Tanamlah biji jagung pada pot A dan C, biji kacang tanah pada pot B dan D. setiap pot dapat anda isi 3-5 biji, tergantung ukuran pot yang anda pakai
5. Letakkan pot di tempat teduh dan siramlah secara teratur
6. Amatilah Pertumbuhan biji jagung dan kacang tanah setiap lima hari sekali selama satu bulan
7. Masukkan hasil pengamatan anda ke dalam bentuk tabel di buku tugas anda

**Pertanyaan**

1. Bagaimana pola pertumbuhan tanaman dalam percobaan yang dilakukan?  
.....  
.....
2. Apa pengaruh tanah yang tercemar oli terhadap pertumbuhan tanaman?  
.....  
.....
3. Apa yang dapat anda simpulkan dari kegiatan yang dilakukan?  
.....  
.....

**C. Cara Penanggulangan Pencemaran Tanah**

Apakah kalian telah memahami dampak dari pencemaran tanah? Bukankah dampaknya sangat berbahaya? Untuk mengatasinya, mari kita pelajari cara penanggulangannya sebagai berikut.

1. Penggunaan pestisida harus diawasi dan ada peraturan yang tegas mengenai hal ini.
2. Pabrik-pabrik harus memiliki tempat penampungan dan pengolahan limbah agar tidak membuang limbahnya ke tanah.
3. 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 (injeksi), dan bioremediasi. Pembersihan *off-site* meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke



#### TAHUKAH KAMU

Pencemaran lingkungan 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.

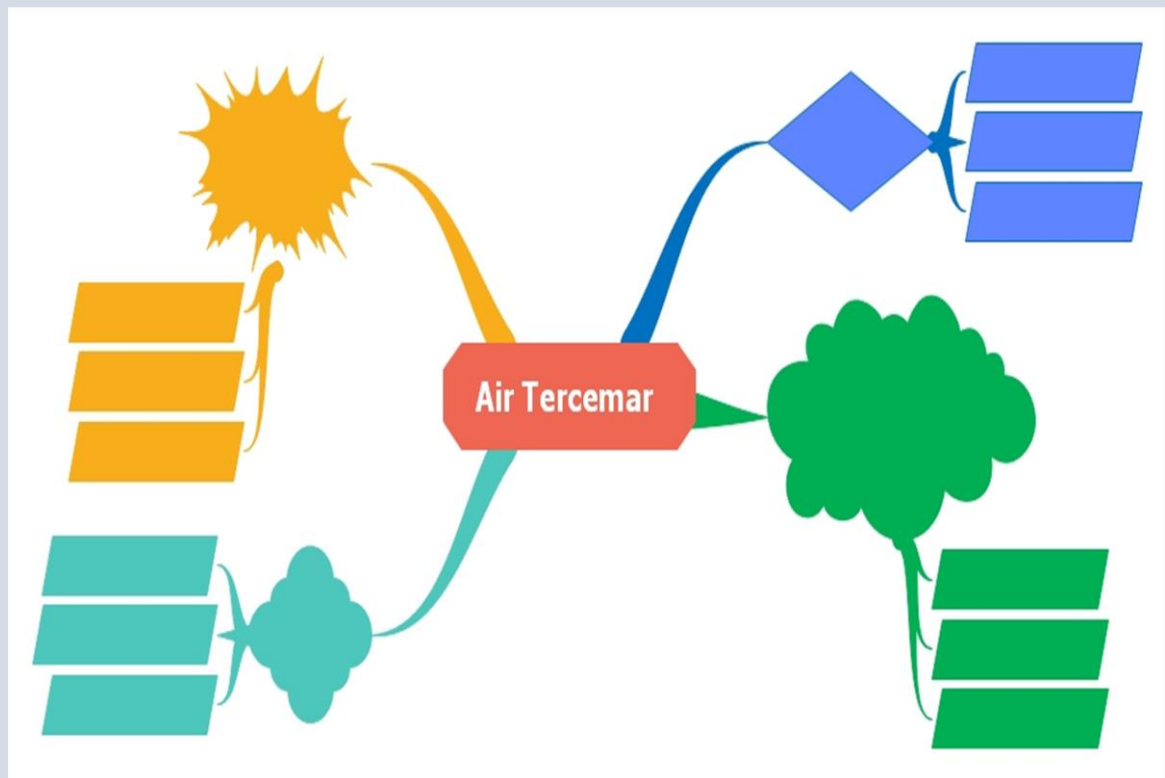
(sumber balipost.com)

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 pengolahan air limbah. Pembersihan *off-site* ini jauh lebih mahal dan rumit.

4. 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 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

## TUGAS PROYEK

Kalian sudah memahami bukan tentang pencemaran lingkungan, untuk menguji pemahaman kalian silahkan kalian salin *mind mapping* di bawah ini pada selembar kertas, baik dengan mengikuti contoh *mind mapping* di bawah atau dengan menambahkan kolom yang kosong maupun menambahkan cabang sesuai dengan contoh *mind mapping* yang terdapat di awal bab *serta* pemahaman dan kreativitas kalian (tidak harus seperti gambar di bawah)!







## RANGKUMAN

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, 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 fungsinya. jenis-jenis pencemaran lingkungan yaitu pencemaran air, pencemaran udara, dan pencemaran tanah.

Pencemaran air merupakan masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang berbahaya ke dalam air ukuran baik buruknya air didasarkan pada faktor suhu air, keasaman (pH) Air, warna, bau, dan rasa air, serta bahan-bahan kimia. Faktor penyebab pencemaran air yaitu berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian Dampak pencemaran air berupa terjadinya penurunan kualitas Lingkungan, gangguan kesehatan, mempercepat proses kerusakan benda. Penanggulangan pencemaran air dapat dilakukan dengan pembuatan kolam stabilisasi, IPAL, Pengelolaan Excreta.

Pencemaran udara adalah suatu kondisi udara mengandung senyawa-senyawa kimia, substansi fisik, dan biologi yang memberikan dampak buruk bagi makhluk hidup. Ada beberapa jenis polutan pencemar udara seperti CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Hidrokarbon, NO, CFC. faktor penyebab pencemaran udara berupa aktivitas alam dan aktivitas manusia. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara antara lain bagi kesehatan, tumbuhan, efek rumah kaca, dan rusaknya lapisan ozon. Upaya penanggulangan pencemaran udara dapat dilakukan di tingkat rumah tangga, wilayah, dan di tingkat nasional.

Pencemaran Tanah adalah keadaan terkontaminasinya tanah oleh bahan kimia yang berbahaya dan beracun masuk ke dalam tanah dan dapat mengubah lingkungan tanah yang alami. Faktor penyebab pencemaran tanah datang dari limbah domestik, limbah industri, limbah pertanian. Dampak pencemaran tanah yaitu pada kesehatan, lingkungan atau ekosistem, dampak pada pertanian. Salah satu cara penanggulan pencemaran tanah yaitu remediasi.



## UJI KOMPETENSI

### A. PILIHAN GANDA

Pilihlah jawaban a, b, c, atau d dengan cara memberi tanda silang pada huruf yang sesuai dengan jawaban Anda!

- Peristiwa masuknya zat atau komponen lainnya ke dalam lingkungan perairan sehingga mutu air terganggu disebut....
  - pencemaran tanah
  - pencemaran suara
  - pencemaran air
  - pencemaran udara
- Suatu zat yang dapat menyebabkan pencemaran disebut....
  - polusi
  - polutan
  - limbah
  - sampah
- Sampah plastik dapat menyebabkan pencemaran tanah, karena....
  - tidak dapat dibakar
  - mudah larut dalam air
  - dapat meracuni habitat tanah
  - sulit diuraikan mikroorganisme
- Pak Anto memiliki satu hektar sawah, agar tanaman yang ditanam oleh pak anto tumbuh dengan subur, maka pak Anto memberikan pupuk urea secara berlebihan. Suatu hari hujan turun dan membawa sisa pupuk urea tersebut ke danau. Sisa

- pupuk dari kegiatan pertanian tersebut dapat menyebabkan tumbuhan di danau bertambah subur, tumbuhan air tersebut adalah enceng gondok. Tumbuhan enceng gondok dalam danau dapat menjadi polutan bagi air, karena....
- menurunkan kadar oksigen dalam air
  - meningkatkan kadar oksigen dalam air
  - menurunkan kadar karbon dioksida dalam air
  - meningkatkan kadar karbondioksida dalam air
5. Salah satu cara mengatasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah pabrik adalah....
- membatasi penggunaan bahan kimia
  - menutup industry bahan kimia
  - membuang limbah pabrik sedikit demi sedikit
  - mengolah limbah pabrik sebelum dibuang
6. Bioremediasi adalah penggunaan mikroorganisme untuk membersihkan pencemaran yang disebabkan oleh....
- limbah minyak
  - limbah industri
  - limbah rumah tangga
  - limbah pertanian
7. Akibat yang ditimbulkan oleh adanya pencemaran udara adalah....
- terganggunya mikroorganisme tanah
  - terganggunya saluran pernapasan
  - matinya semua hama tanaman
  - berubahnya sifat kimia dan fisika air

8. Limbah pertanian yang dapat menjadi polutan adalah....
- logam berat dan hujan asam
  - sisa makanan dan plastik
  - pupuk buatan dan peptisida buatan
  - sampah organik dan detergen
9. Ada beberapa cara agar limbah rumah tangga yang masuk ke sungai tidak mencemari ekosistem, adalah....
- pembuangan limbah rumah tangga dilakukan malam hari agar tidak mengganggu penduduk yang beraktivitas di sungai
  - melakukan penyaringan terlebih dahulu agar zat kimia yang terdapat dalam limbah tidak masuk ke sungai
  - melakukan pembuangan limbah sedikit demi sedikit namun terus menerus
  - pembuangan dilakukan secara besar-besaran agar tidak terlalu sering melakukan pembuangan
10. Berikut ini cara yang digunakan untuk mengurangi pencemaran udara adalah ....
- membakar sampah plastic
  - menggunakan bahan bakar fosil
  - menambah lahan hijau di halaman rumah
  - membuka lahan dengan cara membakar hutan

## B. URAIAN

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

1. Jelaskan cara penanggulangan pencemaran air dengan cara IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)?
2. Jelaskan aktivitas apa saja yang menyebabkan pencemaran udara?
3. Sebutkan upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran udara!
4. Jelaskan jenis-jenis limbah yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran tanah?
5. Jelaskan yang dimaksud dengan bioremediasi!

### INFORMASI

Setelah menjawab soal Uji Kompetensi di atas cocokkanlah jawabanmu dengan kunci jawaban yang telah disediakan. Hitunglah nilai yang kamu peroleh dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Total Nilai keseluruhan} = \frac{\text{skor pilihan ganda} + \text{skor uraian}}{2}$$

KKM pada BAB ini adalah 75, sehingga

- a. Bila nilai yang didapatkan  $< 75$ , maka kamu belum menguasai materi pada Bab 1. Bacalah kembali secara seksama untuk lebih memahami materi pada bab tersebut.
- b. Bila nilai yang kamu peroleh  $> 75$ , maka kamu telah menguasai materi pada Bab 1 dan silahkan lanjutkan materi ke bab berikutnya.



# Bab

# 2

## PEMANASAN GLOBAL

### PENDAHULUAN

Tahukah kamu, suhu di bumi mengalami peningkatan dari tahun-tahun sebelumnya. Apa sih penyebabnya? Meningkatnya suhu di bumi disebabkan oleh banyak hal, salah satunya adalah asap kendaraan bermotor. Kenapa hal tersebut bisa terjadi? Karena kendaraan bermotor mengeluarkan gas buangan yang berupa CO<sub>2</sub> (karbon dioksida).

## Tujuan Pembelajaran

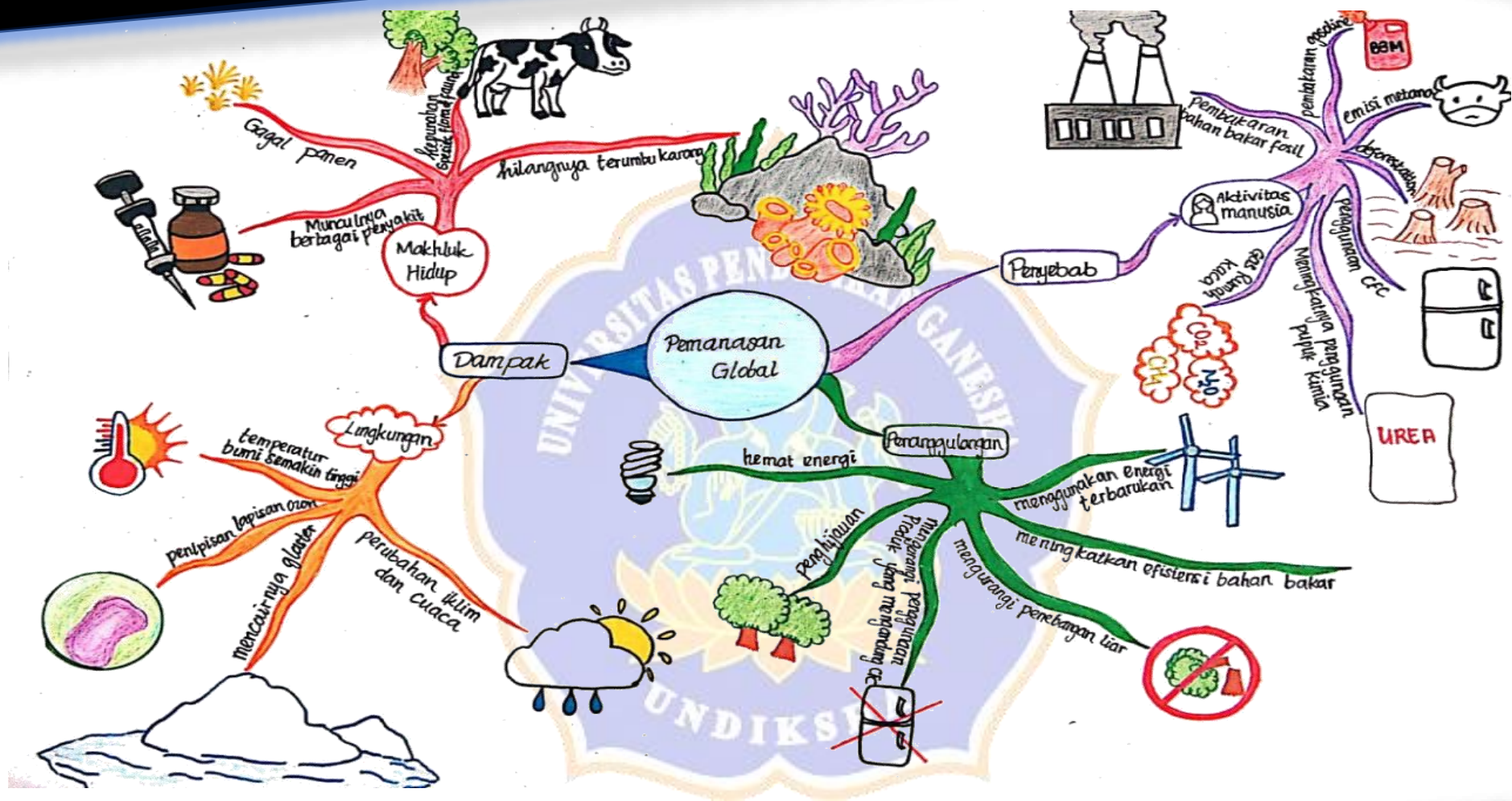
### Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mendefinisikan efek rumah kaca
- menjelaskan proses terjadinya efek rumah kaca.
- mendefinisikan pemanasan global.
- menjelaskan penyebab terjadinya pemanasan global.
- menjelaskan proses terjadinya pemanasan global.
- menganalisis dampak dari pemanasan global bagi kehidupan di bumi, dan
- menganalisis upaya penanggulangan pemanasan global.



## PEMANASAN GLOBAL

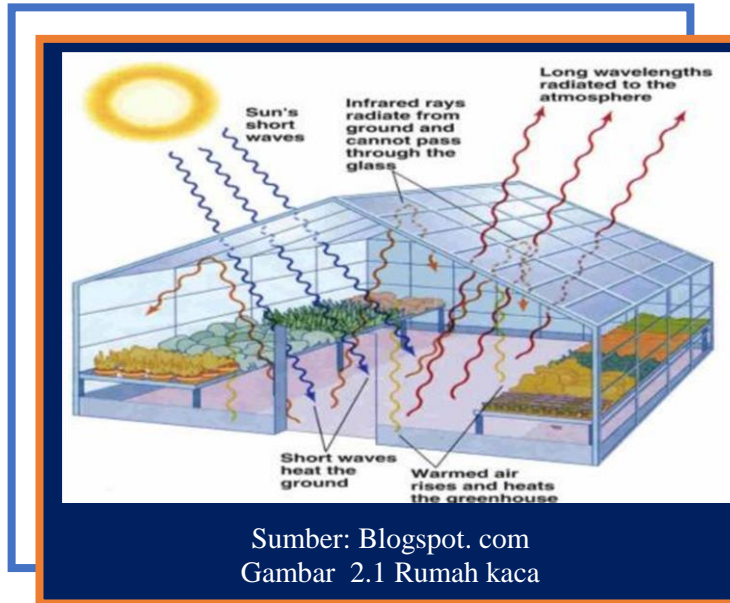
Tahukah kamu, suhu atmosfer bumi pada saat ini terasa lebih panas daripada sebelumnya. Berdasarkan pengamatan selama 30 tahun terakhir ini, kenaikan suhu rata-rata udara di seluruh dunia sebesar 2<sup>0</sup>C. Kenaikan suhu rata-rata tersebut akan terus bertambah apabila tidak ada usaha pencegahan. Artinya bencana akan benar-benar mengancam umat manusia!. Bencana tersebut berupa dampak pemanasan global akibat efek rumah kaca. Untuk mengetahui apa saja dampak yang ditimbulkan dari pemanasan global, terlebih dahulu perlu dipahami tentang efek rumah kaca. Sebelumnya coba kalian perhatikan *mind mapping* berikut untuk mengetahui garis besar materi yang akan kita pelajari.







## Efek Rumah Kaca



Rumah kaca adalah sebuah bangunan yang berbentuk rumah yang keseluruhan bangunannya terdiri dari kaca. Baik di bagian dinding, atap, tembok dan sebagainya. Rumah kaca biasanya akan digunakan untuk menanam sayuran, buah-buahan,

bunga dan lain sebagainya. Biasanya rumah kaca ini dimiliki oleh para petani yang berada di negara empat musim.

Sedangkan di Indonesia rumah kaca jarang digunakan karena matahari selalu bersinar sepanjang tahun. Suhu yang ada di dalam rumah kaca biasanya akan terasa lebih hangat walaupun di luar rumah sedang musim dingin. Fungsi dari rumah kaca ini adalah untuk menangkap cahaya matahari, karena panas dari sinar matahari tersebut terperangkap di dalam bangunan. Jadi pada siang hari suhu di dalam rumah kaca akan semakin hangat, sebaliknya jika di malam hari suhu akan tetap hangat tidak terpengaruh dengan cuaca di luar rumah.

Efek rumah kaca atau dikenal juga dengan *greenhouse effect* merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan bumi yang memiliki efek

seperti rumah kaca diatas, dimana panas matahari terperangkap oleh atmosfer bumi. Efek rumah kaca (ERK) pertama kali dikemukakan oleh Joseph Fourier pada tahun 1824, ia mengungkapkan bahwa ERK merupakan sebuah proses dimana atmosfer memanaskan sebuah planet. Efek rumah kaca juga dapat diartikan sebagai proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas rumah kaca di atmosfer Bumi memerangkap radiasi panas dari Bumi. Secara umum pengertian dari efek rumah kaca, yaitu naiknya suhu bumi yang disebabkan oleh adanya perubahan komposisi, yang terdapat pada atmosfer. Hal itu menyebabkan sinar matahari tetap berada di bumi, dan sayangnya tidak dipantulkan dengan sempurna untuk keluar dari atmosfer tersebut.

Efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpanya, planet ini akan menjadi sangat dingin. Dengan suhu rata-rata sebesar  $15^{\circ}\text{C}$  ( $59^{\circ}\text{F}$ ), bumi sebenarnya telah lebih panas  $33^{\circ}\text{C}$  ( $59^{\circ}\text{F}$ ) dari suhunya semula, jika tidak ada efek rumah kaca suhu bumi hanya  $-18^{\circ}\text{C}$  sehingga es akan menutupi seluruh permukaan Bumi. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer, akan mengakibatkan pemanasan global.

## **1** Penyebab terjadinya efek rumah kaca

Di sekeliling bumi terdapat lapisan selimut yang terbentuk karena adanya gas rumah kaca (GRK) dan partikel yang melayang-layang di atmosfer bumi. Gas rumah kaca inilah yang menjadi penyebab utama



efek rumah kaca, sementara partikel yang melayang-layang di atmosfer bumi hanya memberikan kontribusi yang relatif kecil terhadapnya. Gas-gas tersebut sebenarnya muncul secara alami di lingkungan, tetapi dapat juga timbul akibat aktivitas manusia. Gas rumah kaca yang paling banyak adalah uap air yang mencapai atmosfer akibat penguapan air dari laut, danau dan sungai. Berikut akan dipaparkan mengenai gas-gas yang berperan dalam efek rumah kaca.



## TAHUKAH KAMU

Menurut laporan PBB tentang peternakan dan lingkungan mengungkapkan bahwa industri peternakan adalah penghasil emisi gas rumah kaca yang terbesar (18%), jumlah ini lebih banyak dari gabungan emisi gas rumah kaca seluruh transportasi di seluruh dunia (13%). Hampir seperlima (20%) dari emisi karbon berasal dari peternakan.

(kompasiana.com)

### 1. Uap Air

Gas rumah kaca yang paling banyak adalah uap air yang mencapai atmosfer akibat penguapan air dari laut, danau dan sungai. Uap air adalah gas rumah kaca yang timbul secara alami dan bertanggungjawab terhadap sebagian besar dari efek rumah kaca. Konsentrasi uap air berfluktuasi secara regional. Aktivitas manusia tidak secara langsung memengaruhi konsentrasi uap air kecuali pada skala lokal. Meningkatnya konsentrasi uap air mengakibatkan meningkatnya efek rumah kaca yang mengakibatkan meningkatnya temperatur dan semakin meningkatnya jumlah uap air di atmosfer. Keadaan ini terus berkelanjutan sampai mencapai titik ekuilibrium (kesetimbangan).

## 2. Karbondioksida

Karbon dioksida adalah gas terbanyak kedua. Ia timbul dari berbagai proses alami seperti letusan gunung berapi, hasil pernafasan hewan dan manusia (yang menghirup oksigen dan menghembuskan karbondioksida); dan pembakaran material organik (seperti tumbuhan). Manusia telah meningkatkan jumlah karbon dioksida yang dilepas ke atmosfer ketika mereka membakar bahan bakar fosil, limbah padat, dan kayu untuk menggerakkan kendaraan dan menghasilkan listrik. Pada saat yang sama, jumlah pepohonan yang mampu menyerap karbondioksida semakin berkurang akibat perambahan hutan untuk diambil kayunya maupun untuk perluasan lahan pertanian.

## 3. Ozon

Ozon adalah gas rumah kaca yang terdapat secara alami di atmosfer (troposfer, stratosfer). Di troposfer, ozon merupakan zat pencemar hasil sampingan yang terbentuk ketika sinar matahari bereaksi dengan gas buang kendaraan bermotor. Molekul ozon juga dapat terbentuk dengan bantuan sinar ultraviolet.

## 4. Metana

Metana yang merupakan komponen utama gas alam juga termasuk gas rumah kaca. Metana merupakan insulator yang efektif, mampu menangkap panas 20 kali lebih banyak bila dibandingkan karbondioksida. Metana dilepaskan ke atmosfer selama produksi dan

transportasi batu bara, gas alam dan minyak bumi. Metana juga dihasilkan dari pembusukan limbah organik di tempat pembuangan sampah, bahkan dapat dikeluarkan oleh hewan-hewan tertentu, terutama sapi, sebagai produk samping dari pencernaan.

## 5. Dinitrogen Oksida

Dinitrogen oksida adalah juga gas rumah kaca yang terdapat secara alami. Dulunya gas ini digunakan sebagai anastasi ringan, yang dapat membuat orang tertawa sehingga juga dikenal sebagai 'gas tertawa'. Tidak banyak diketahui secara terinci tentang asal dinitrogen oksida dalam atmosfer. Diduga bahwa sumber utamanya, yang mungkin mencakup sampai 90 persen, merupakan kegiatan mikroorganisme dalam tanah. Pemakaian pupuk nitrogen meningkatkan jumlah gas ini di atmosfer. Dinitrogen oksida juga dihasilkan dalam jumlah kecil oleh pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi, batu bara, gas bumi).

## 6. Nitrogen oksida (NO)

Nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri atas gas nitrogen oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Walaupun bentuk nitrogen oksida lainnya ada, tetapi kedua gas ini paling banyak ditemui sebagai polutan udara. Nitrogen oksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Sebaliknya, nitrogen dioksida mempunyai warna cokelat kemerahan dan berbau tajam. Nitrogen oksida adalah gas insulator panas yang sangat kuat. Ia

dihasilkan terutama dari pembakaran bahan bakar fosil dan oleh lahan pertanian. Nitrogen oksida dapat menangkap panas 300 kali lebih besar dari karbondioksida. Konsentrasi gas ini telah meningkat 16 persen bila dibandingkan masa pre-industri.

Jika GRK terlepas ke atmosfer dan sampai pada ketinggian troposfer, akan terbentuk lapisan selimut atau rumah kaca yang mengungkung bumi. Adapun partikel yang melayang-melayang di atmosfer bumi berasal dari letusan gunung berapi berupa debu (abu) vulkanik. Saat melayang-layang di atmosfer bumi sebelum kemudian jatuh ke bumi, debu (abu) vulkanik tersebut berperan sebagai lapisan selimut yang mengungkung bumi.

#### Bahan Diskusi



Efek rumah kaca adalah istilah untuk menggambarkan pemanasan alami yang terjadi akibat pemantulan gas tertentu yang kemudian terperangkap di atmosfer. Efek rumah kaca dapat menjadi masalah lingkungan secara global jika terjadi kenaikan kadar karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Menurut kalian bagaimanakah cara menanggulangi agar efek rumah kaca tidak menjadi masalah secara global?

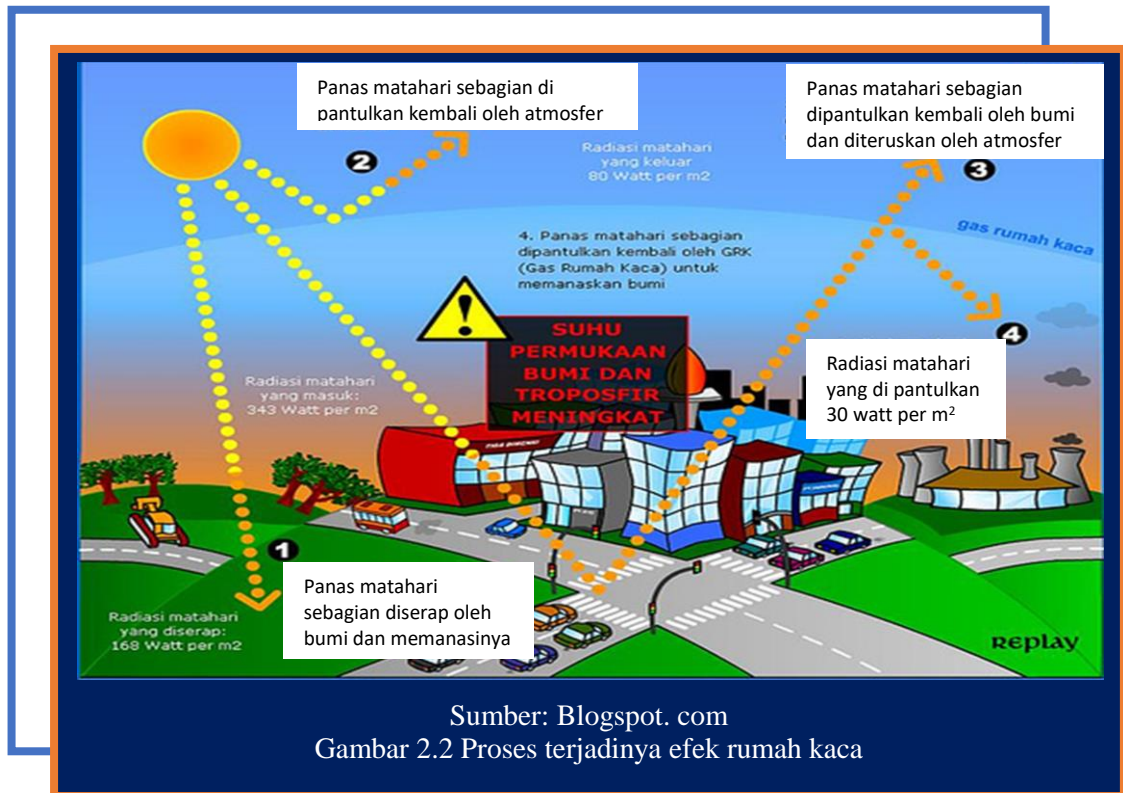
## 2

### Proses terjadinya efek rumah kaca

Segala sumber energi yang terdapat di bumi berasal dari matahari. Sebagian besar energi tersebut berbentuk radiasi gelombang pendek, termasuk cahaya tampak. Ketika energi ini tiba di permukaan bumi, ia berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan bumi. Energi yang masuk ke bumi, 25% dipantulkan oleh awan atau partikel lain di



atmosfer, 25% diserap awan, 45% diserap permukaan bumi, 5% dipantulkan kembali oleh permukaan bumi.



Proses terjadinya efek rumah kaca diawali oleh fenomena gelombang pendek radiasi matahari menembus atmosfer dan berubah menjadi gelombang panjang ketika mencapai permukaan bumi. Setelah mencapai permukaan bumi, sebagian gelombang tersebut dipantulkan kembali ke atmosfer. Namun tidak seluruh gelombang yang dipantulkan itu dilepaskan ke angkasa luar. Sebagian gelombang panjang dipantulkan kembali oleh lapisan gas rumah kaca di atmosfer ke permukaan bumi. Gas-gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer bumi bertindak seperti benda hitam, yang di mana cahaya yang



datang akan dipantulkan kembali sebagai panas sehingga bumi menjadi semakin panas.

Perubahan panjang gelombang ini terjadi karena radiasi sinar matahari yang datang ke bumi adalah gelombang pendek yang akan memanaskan bumi. Secara alami, agar tercapai keadaan setimbang di permukaan bumi adalah sekitar  $30^{\circ}\text{K}$ , panas yang masuk tadi didinginkan.

Untuk itu sinar matahari yang masuk tadi harus diradiasikan kembali. Dalam proses ini yang diradiasikan adalah gelombang panjang infra merah. Proses ini dapat berlangsung berulang kali, sementara gelombang yang masuk juga terus menerus bertambah. Hal ini mengakibatkan terjadinya akumulasi panas di atmosfer, sehingga suhu permukaan bumi meningkat.

Seperti yang telah dijelaskan di atas, efek rumah kaca itu sendiri terjadi karena naiknya konsentrasi gas  $\text{CO}_2$  (karbondioksida) dan gas-gas lainnya seperti sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), nitrogen oksida ( $\text{NO}$ ), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), gas metan ( $\text{CH}_4$ ), kloroflourokarbon (CFC) di atmosfer. Kenaikan konsentrasi  $\text{CO}_2$  itu sendiri disebabkan oleh kenaikan berbagai jenis pembakaran di permukaan bumi seperti



## TAHUKAH KAMU

Efek rumah kaca dapat memicu erupsi gunung api. Hal seperti yang terjadi di Islandia. Lapisan es yang meleleh membuat perubahan tekanan pada permukaan bumi sehingga mengaktifkan gunung api. Para ilmuwan dari University of Leeds menjelaskan bahwa aktivitas vulkanik meningkat seiring berkurangnya daerah lapisan es sehingga membuat letusan gunung berapi menjadi lebih sering di Islandia” (Dr. Graeme Swindles).

*Sumber: www.kompas.com*

pembakaran bahan bakar minyak (BBM), batu bara, dan bahan-bahan organik lainnya yang melampaui kemampuan permukaan bumi Untuk mengabsorpsinya.

**Setelah kalian memahami materi tentang efek rumah kaca, untuk membuktikan teori yang telah kalian pelajari, silahkan lakukan percobaan berikut!**

### Aktivitas Siswa

#### Efek Rumah Kaca

##### Tujuan

1. Siswa mampu membuat pemodelan efek rumah kaca melalui praktikum dengan tepat.
2. Siswa mampu mengukur dan membuat grafik perubahan suhu akibat efek rumah kaca melalui praktikum dengan tepat.

##### Langkah Kegiatan

1. Mengamati



Rumah kaca banyak digunakan oleh para petani dan peneliti tanaman untuk menjaga temperatur lingkungan sehingga tanaman yang ada

dalam rumah kaca dapat bertahan di musim dingin dikarenakan ada panas yang tertahan dalam ruangan rumah kaca. Dalam kehidupan sehari-hari kondisi yang sama dengan penggunaan rumah kaca tersebut adalah ketika kita masuk ke dalam mobil yang diparkir di bawah terik matahari. Ketika masuk ke mobil akan terasa temperatur kabin mobil yang panas. Secara global prinsip rumah kaca tersebut juga terjadi pada bumi kita yang disebut dengan efek rumah kaca. Efek rumah kaca mengakibatkan suhu di bumi tetap hangat, jika tidak dikendalikan akan mengakibatkan suhu di bumi terus meningkat, sehingga menimbulkan efek negatif bagi kehidupan di bumi.

Berdasarkan proses mengamati di atas, tuliskan informasi apa saja yang kalian dapatkan!

.....  
.....

## 2. Menanya

Buatlah rumusan masalah terkait efek rumah kaca sesuai dengan informasi yang diperoleh pada tahap mengamati serta sesuai dengan tujuan praktikum!

1. ....
2. ....

### 3. Mengumpulkan Data

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat susunlah hipotesis yang sesuai dengan tujuan praktikum!

1. ....
2. ....

#### Merancang dan melakukan Pengamatan

##### a. Alat dan Bahan

- |   |            |
|---|------------|
| 1) toples kaca                            | 2 buah     |
| 2) Termometer                             | 2 buah     |
| 3) Handuk yang direndam dengan air hangat | 2 buah     |
| 4) Stopwatch                              | 1 buah     |
| 5) Plastik                                | secukupnya |
| 6) Karet gelang                           | secukupnya |

##### b. Prosedur Kerja

- 1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
- 2) Beri label pada masing-masing toples, yaitu label A dan B.
- 3) Masukkan handuk yang telah direndam dengan air hangat selama 3 menit ke toples A dan toples B.
- 4) Masukkan termometer ke dalam kedua toples tersebut. Pastikan temperatur awal pada kedua termometer tersebut adalah sama.

- 5) Tutuplah toples A dengan plastik, kemudian ikat dengan karet gelang hingga rapat.
- 6) Letakkan toples A dan toples B di bawah sinar matahari atau lampu.
- 7) Pastikan bahwa kedua toples tersebut menerima energi panas yang sama.
- 8) Catatlah suhu pada kedua toples setiap 3 menit sekali, selama 15 menit.
- 9) Catat hasil pengamatan pada tabel hasil pengamatan.
- 10) Setelah 15 menit, jauhkan kedua toples tersebut dari energi panas dan amati apa yang terjadi.

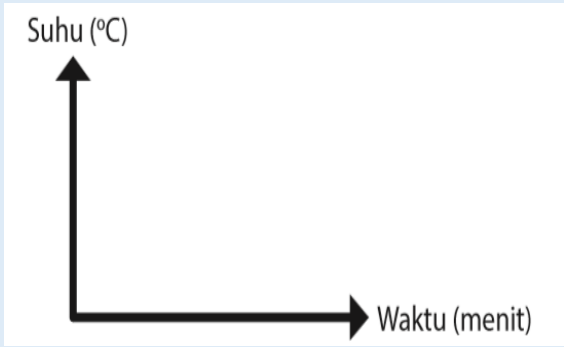
c. Analisis Data

Tuliskan hasil pengamatan yang kalian peroleh pada tabel berikut.

No	Waktu (menit)	Temperatur (°C)	
		Stoples A	Stoples B
1	3		
2	6		
3	9		
4	12		
5	15		

Dari data yang diperoleh buatlah grafik hubungan waktu dan suhu pada toples A dan toples B.





**4. MENGASOSIASI**

Jawablah pertanyaan dibawah ini berdasarkan hasil pengamatan yang telah kalian peroleh:

1) Termometer pada toples manakah yang menunjukkan suhu lebih tinggi selama percobaan berlangsung? Mengapa demikian? Jelaskan.

.....  
.....

2) Apakah yang terjadi ketika kedua toples tersebut dijauhkan dari sumber energi panas? Jelaskan.

.....  
.....

3) Coba kaitkan percobaan yang telah kalian lakukan dengan prinsip kerja gas-gas rumah kaca.

.....  
.....

## 5. MENGGKOMUNIKASIKAN

Berdasarkan praktikum yang telah dilakukan dan hasil analisis data yang diperoleh kesimpulan apakah yang dapat dibuat apabila ruang di dalam toples tersebut dianalogikan sebagai bumi?

.....  
.....

Hipotesis: **diterima/ditolak** (*lingkari salah satu*)

Komunikasikan di depan kelas!

**SELAMAT BEKERJA**



### PEMANASAN GLOBAL

1

#### Definisi Pemanasan Global

Aktivitas manusia selalu menghasilkan berbagai zat sisa buangan yang salah satunya berupa gas. Sebagian besar orang berpikir bahwa atmosfer dapat menyerap gas-gas buangan tersebut secara tidak terbatas dan tidak menimbulkan dampak buruk bagi kehidupan. Akan tetapi, saat ini diketahui bahwa banyaknya gas-gas buangan tersebut dapat menyebabkan perubahan mendasar di atmosfer dan juga kondisi kehidupan di bumi.

Berbagai aktivitas manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil, penebangan dan pembakaran hutan untuk pengalihfungsian menjadi lahan pertanian, pemukiman dan industri akan menyumbangkan CO<sub>2</sub> ke atmosfer dalam jumlah yang banyak. Lebih dari beberapa periode, CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat sekitar 20%. Meningkatnya konsentrasi

gas-gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub> akan memengaruhi kadar panas di Bumi. Banyak dari radiasi Matahari yang menyinari permukaan Bumi, kemudian direfleksikan kembali ke angkasa.

Meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer selama 150 tahun terakhir membuat para ilmuwan prihatin karena hal tersebut berkaitan erat dengan meningkatnya suhu global. Lebih dari satu abad, ilmuwan telah mempelajari bagaimana gas-gas rumah kaca menghangatkan Bumi dan bagaimana pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap pemanasan suhu Bumi. Sebagian besar ilmuwan meyakini bahwa pemanasan global telah dimulai dan akan meningkat cepat di abad ini.



## TAHUKAH KAMU



Wallace Smith Broecker lahir di Chicago, Amerika Serikat pada tahun 1931. Ia adalah seorang ilmuwan yang mempopulerkan istilah “Pemanasan Global”. Profesor Colombia University ini memprediksi peningkatan suhu Bumi yang disebabkan tingginya kadar karbondioksida di atmosfer. Broecker dikenal sebagai “Bapak Pemanasan global.”

(Voaindonesia.com)

Lebih dari 100 tahun yang lalu, temperatur rata-rata suhu di permukaan Bumi meningkat sekitar  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Peningkatan temperatur inilah yang disebut dengan pemanasan global. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.

2

## Penyebab Pemanasan Global



Segala bentuk aktivitas manusia selalu berdampak bagi lingkungan, baik itu membawa dampak positif ataupun dampak negatif. Begitu pula

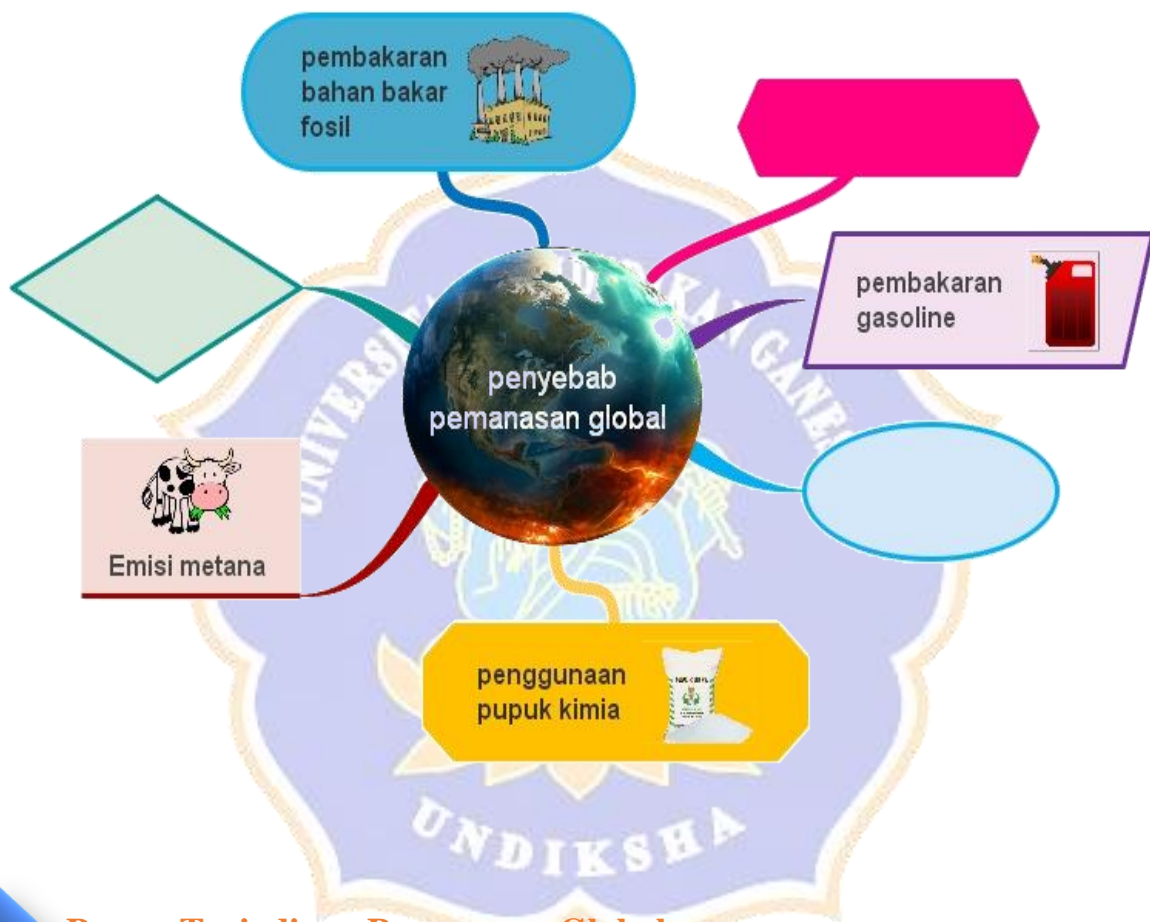
dengan kondisi atmosfer Bumi saat ini yang mengalami perubahan akibat aktivitas manusia. Pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan dapat meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer. Dikarenakan CO<sub>2</sub> adalah salah satu gas rumah kaca, maka meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer akan berkontribusi terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu, setiap tahun kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer terus menerus meningkat.

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya pemanasan global diantaranya, adalah sebagai berikut

1. Emisi CO<sub>2</sub> yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil sebagai pembangkit tenaga listrik.
2. Emisi CO<sub>2</sub> yang berasal dari pembakaran gasoline sebagai bahan bakar alat transportasi.
3. Emisi metana dari hewan, lahan pertanian, dan dari dasar laut Arktik.
4. Deforestation (penebangan liar) yang disertai dengan pembakaran lahan hutan.
5. Penggunaan chlorofluorocarbons (CFCs) dalam refrigerator (pendingin).
6. Meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.



Kalian telah memahami bukan tentang penyebab pemanasan global? Untuk mengetahui sejauh mana pemahaman kalian mengenai materi yang telah dipelajari silahkan salin, lengkapi dan kembangkan *mind mapping* berikut pada selembar kertas!



### 3 Proses Terjadinya Pemanasan Global

Tahukah kamu, pemanasan global (*global warming*) menjadi salah satu permasalahan lingkungan utama yang dihadapi dunia saat ini. Hal ini dikarenakan pemanasan global terjadi dan berdampak hampir di seluruh dunia. Pemanasan global berhubungan dengan proses meningkatnya suhu

rata-rata permukaan bumi. Proses pemanasan global dapat terjadi secara alamiah dan aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Meningkatnya aktivitas manusia menyumbang terjadinya pemanasan global terbesar. Proses terjadinya pemanasan global perlu diketahui agar hal-hal yang menjadi penyebab dari pemanasan global dapat dihindari dalam penggunaannya. Adapun gambaran proses terjadinya pemanasan global yaitu sebagai berikut.



Berdasarkan gambaran di atas proses pemanasan dapat dijelaskan yaitu, proses ini diawali dari cahaya tampak dari matahari yang sebagian

dikembalikan ke angkasa dan sebagian lagi diserap oleh bumi (yang mana pantulan tersebut dikembalikan lagi dalam wujud radiasi inframerah). Radiasi matahari tersebut menembus bumi melalui atmosfer, karena semakin banyak radiasi matahari di lapisan atmosfer bumi, sehingga menyebabkan adanya lubang ozon. Kebanyakan dari radiasi matahari diserap oleh permukaan bumi dan memanaskannya. Radiasi inframerah dipancarkan oleh permukaan bumi, radiasi inframerah yang dipancarkan kembali oleh bumi diserap oleh CO<sub>2</sub> di atmosfer yang kemudian sebagian dipancarkan ke angkasa (a) sebagian lagi dikembalikan ke atmosfer bumi dan (b) Sinar inframerah (gelombang panas) yang dipancarkan kembali oleh CO<sub>2</sub> ke bumi itulah yang disebut dengan pemanasan global (*global warming*).

#### 4

#### Dampak Pemanasan Global

Fenomena pemanasan global memberikan dampak yang merugikan terhadap kelangsungan kehidupan di Bumi. Akibat adanya pemanasan global secara garis besar berdampak pada makhluk hidup dan lingkungan. Adapun beberapa dampak yang ditimbulkan akibat pemanasan global yaitu sebagai berikut.



Sumber: Perpustakaan. id  
Gambar 2.5 Dampak Pemanasan Global.



## 1. Dampak Terhadap Makhluk Hidup

- a. Hilangnya terumbu karang. Pemanasan global juga berdampak pada kehidupan biota laut. Hal ini dibuktikan dengan sebuah laporan tentang terumbu karang yang dinyatakan bahwa dalam kondisi terburuk, populasi karang akan hilang pada tahun 2100 karena meningkatnya suhu dan pengasaman laut. Padahal dapat diketahui bahwa banyak spesies lain yang hidupnya bergantung pada terumbu karang.
- b. Kepunahan spesies flora dan fauna yang semakin meluas. Menurut penelitian yang dipublikasikan dalam majalah *Nature*, peningkatan suhu akibat pemanasan global dapat menyebabkan kepunahan lebih dari satu juta spesies. Sampai saat ini hilangnya spesies semakin meluas dan daftar spesies yang terancam punah terus berkembang dan bertambah.
- c. Kegagalan panen besar-besaran. Dampak pemanasan global juga berakibat pada bidang pertanian. Adanya perubahan iklim yang terjadi tidak menentu dan cukup ekstrem menyebabkan kegiatan pertanian yang dilakukan oleh manusia mengalami penurunan. Menurut penelitian terbaru, terdapat 90% kemungkinan bahwa 3 miliar orang di seluruh dunia harus memilih antara pergi bersama keluarganya ke tempat yang beriklim baik atau kelaparan akibat perubahan iklim dalam kurun waktu 100 tahun.
- d. Munculnya berbagai penyakit. Pemanasan global berdampak juga pada kesehatan. Perubahan cuaca dapat mengakibatkan munculnya penyakit-penyakit yang berhubungan dengan panas (*heat stroke*),

penyebaran penyakit melalui air (*Waterborne Diseases*) maupun penyebaran penyakit melalui vektor (*vector-borne diseases*) hingga kematian. Temperatur



## TAHUKAH KAMU

Pada bulan juli 1995 lebih dari 700 orang meninggal di Chicago, Amerika Serikat, karena gelombang panas yang suhunya melebihi 32<sup>o</sup> pada siang dan malam hari

(sumber. Liputan6.com)

yang panas menyebabkan gagal panen sehingga akan muncul kelaparan dan malnutrisi. Timbulnya bencana alam biasanya disertai dengan perpindahan penduduk ke tempat-tempat pengungsian yang mana sering muncul penyakit seperti diare, malnutrisi, penyakit kulit, dan lain-lain.

## 2. Dampak Terhadap Lingkungan

- b. Temperatur Bumi menjadi semakin tinggi, pemanasan global berdampak di beberapa wilayah seperti temperaturnya menjadi lebih tinggi dan di wilayah lainnya mungkin tidak. Tingginya temperatur Bumi dapat menyebabkan lebih banyak penguapan dan curah hujan semakin tinggi. Akan tetapi masing-masing wilayah akan bervariasi kondisinya yaitu beberapa menjadi basah dan bagian lainnya kering.
- c. Mencairnya glasier yang menyebabkan kadar air laut meningkat. Peningkatan muka air laut, air pasang dan musim hujan yang tidak menentu menyebabkan meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir. Begitu pula dengan daratan pantai yang landai, lama-kelamaan akan mengalami peningkatan akibat penggenangan air.



d. Perubahan pola iklim dan cuaca, antara lain.

- 1) Angina topan berlangsung dengan frekuensi lebih tinggi dan kuat, karena suhu laut lebih tinggi
- 2) Pergeseran pada lintasan badai siklon skala besar, yang akan membawa dampak distribusi hujan dan terjadi badai-badai yang hebat termasuk tornado
- 3) Meningkatnya gelombang panas dan musim kemarau



#### TAHUKAH KAMU

Pemanasan global berdampak besar bagi masyarakat Bali. Akibat perubahan iklim yang tidak menentu, petani dan nelayan di Bali kesulitan menentukan waktu panen. Misalnya, nelayan Bali Barat di Desa Pemuteran, Kabupaten Buleleng kini sangat sulit melaut karena perubahan iklim yang sulit diprediksi. Suhu udara semakin panas dan suhu air laut berubah-ubah. Hal serupa dihadapi para petani di Desa Kedisan, Kintamani, Kabupaten Bangli yang kesulitan menentukan masa tanam bawang sehingga panen seringkali gagal.

(sumber. news.detik.com)

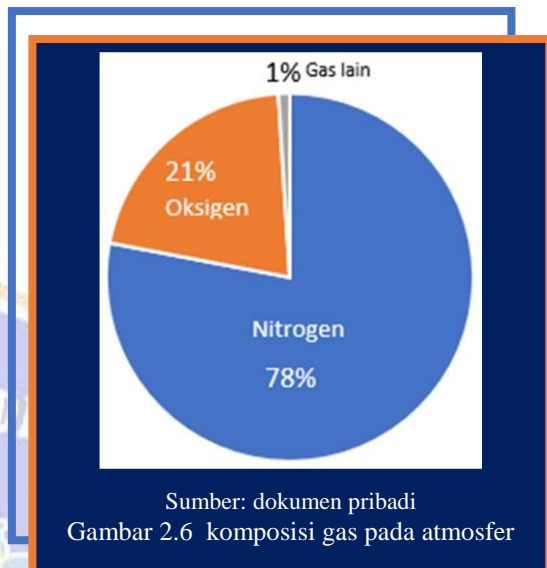
### 3. Dampak Pemanasan Global Terhadap Lapisan Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan (selimut) udara yang melingkupi Bumi yang membentang sampai ketinggian 400 km dari permukaan Bumi. Atmosfer tetap berada di tempatnya karena ditahan oleh gravitasi Bumi. Akibatnya, lapisan udara yang dekat dengan permukaan Bumi memiliki massa jenis lebih besar.

Atmosfer Bumi terdiri atas campuran dari gas, serta sedikit 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 saat ini merupakan campuran dari beberapa gas seperti pada Gambar. 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



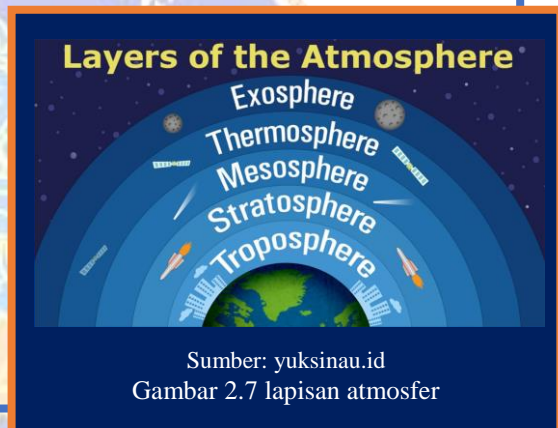
dengan berjalannya waktu, komposisi atmosfer berubah dalam jumlah yang kecil namun memberi dampak yang besar bagi kehidupan. Misalnya, asap kendaraan, asap pabrik, dan pembakaran fosil seperti minyak bumi yang menghasilkan polusi di udara. Polutan (zat pencemar) tersebut akan bereaksi dengan oksigen 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.

## A. Lapisan Atmosfer

Ketika 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, urutan lapisan atmosfer dari bawah hingga atas adalah troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer.



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 dari 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 dihitung 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.

### **b. Stratosfer**



Perhatikan pesawat yang melintas di udara. Ketika 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. 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.

### **c. Mesosfer**

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.



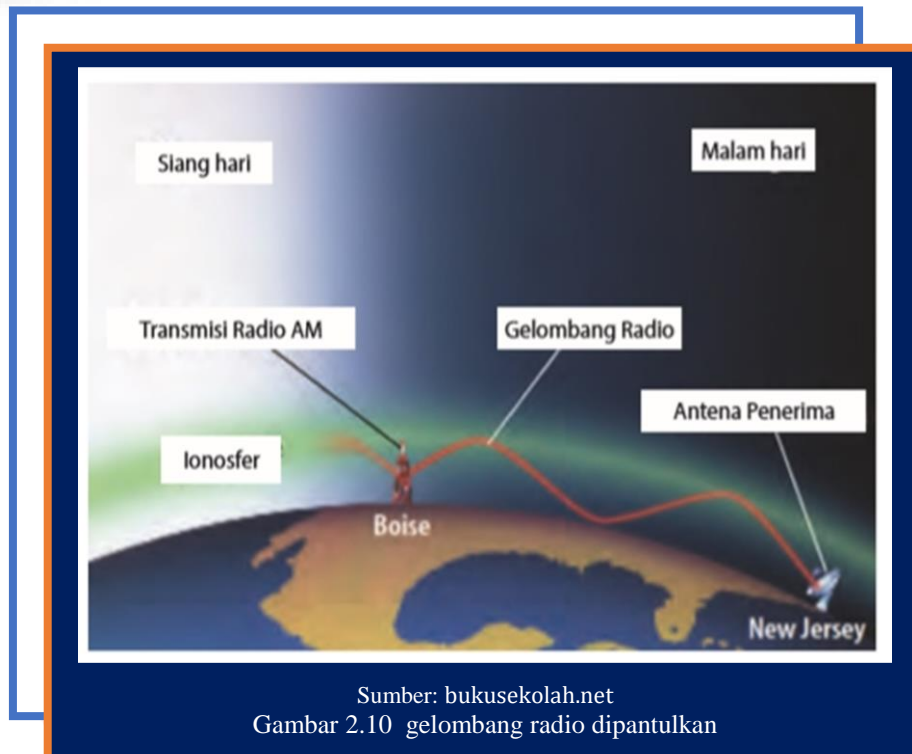
Sumber: [studyantariksa.wordpress.com](http://studyantariksa.wordpress.com)  
Gambar 2.9 meteor menuju atmosfer bumi

#### **d. Termosfer**

Lapisan termosfer memiliki ketinggian antara 85.500 km dpl. Dinamakan termosfer karena suhu yang sangat panas yakni pada lapisan ini mencapai  $1.982^{\circ}\text{C}$ . 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 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 berikut.



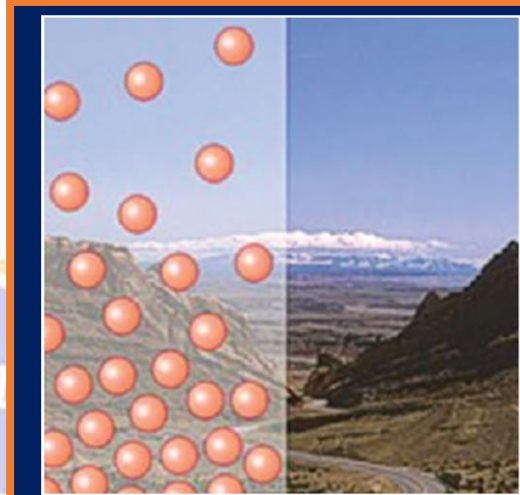


### e. Eksosfer

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 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.

## B. Tekanan Udara

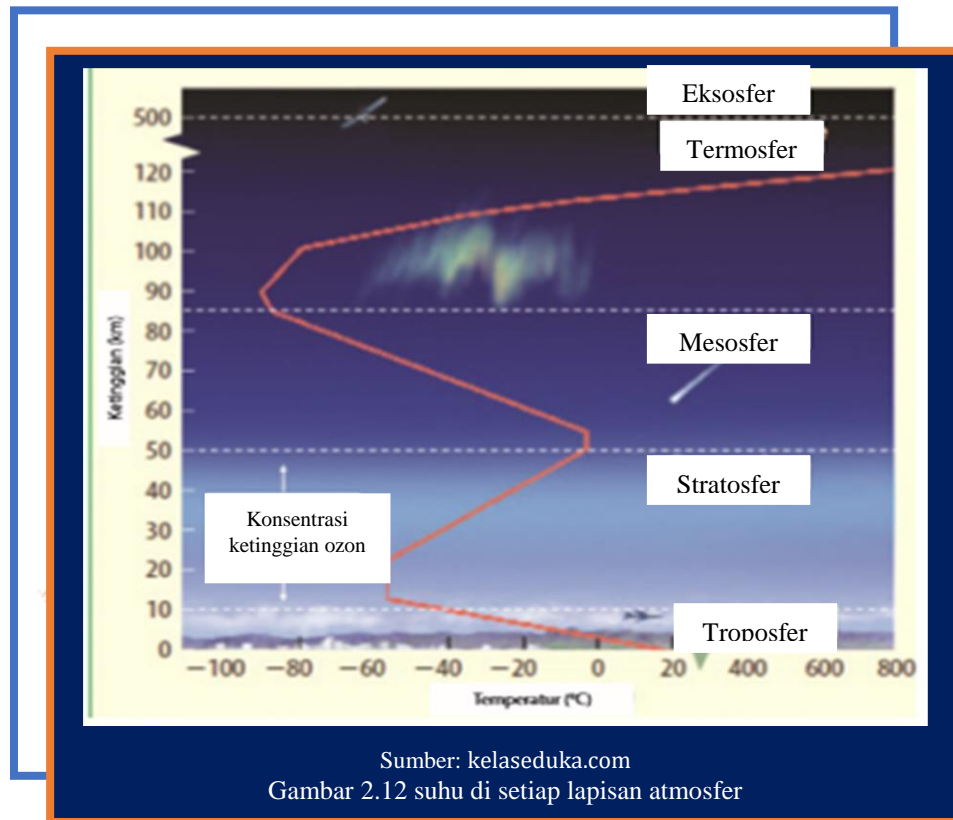
Salah satu sifat zat adalah memiliki massa. Gas yang terdapat di atmosfer juga memiliki massa. Atmosfer menyelubungi Bumi hingga ratusan kilometer di atas permukaan Bumi. Gravitasi Bumi akan menghasilkan gaya tarik molekul gas mengarah ke permukaan Bumi, sehingga



Sumber: [smp.prasacademy.com](http://smp.prasacademy.com)  
Gambar 2.11 tekanan udara

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. Besarnya tekanan udara akan berkurang seiring dengan bertambahnya ketinggian atmosfer seperti pada gambar 2.11. 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.

### C. 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 setiap lapisan atmosfer berbeda seperti yang digambarkan oleh garis merah pada gambar 2.12.

Lapisan troposfer memiliki suhu antara  $-52^{\circ}\text{C}$  hingga  $17^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan pada gambar tersebut, bagian terendah dari stratosfer memiliki suhu paling hangat. Hal ini terjadi karena permukaan Bumi menyerap energi radiasi matahari kemudian menyalurkannya ke udara di atasnya.

#### D. Lapisan Ozon

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.

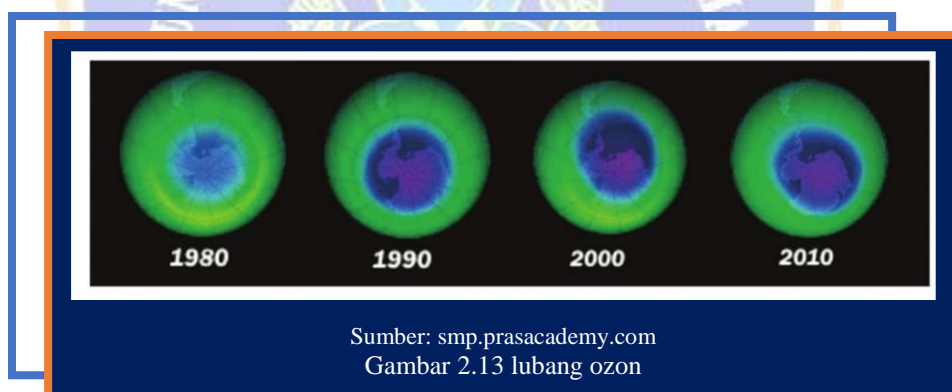
Konsentrasi ozon di atmosfer berubah-ubah setiap waktu. Salah satu faktor yang mempengaruhi konsentrasi ozon adanya gas Chlorflouorocarbon (CFC). Gas CFC berasal dari pendingin lemari es, air conditioner (AC), dan parfum. CFC mampu memecah molekul ozon yang ada di atmosfer. CFC terdiri atas atom Carbon (C), Flour(F), dan Klorin(C). Kandungan klorin dari CFC dapat memecah molekul ozon.

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 oksigen ( $O_2$ ). Proses tersebut terus menerus 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 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 2.13. 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.

### BAHAN DISKUSI



Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan naiknya suhu udara di daerah perkotaan yang dapat mengganggu proses pernafasan. Gas buangan dari kendaraan bermotor tersebut bersifat sebagai gas rumah kaca yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global. Menurut kalian, apa alternative yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut?

## 5

### Upaya Penanggulangan Pemanasan Global

Pemanasan global dapat berdampak bagi kehidupan di bumi. Untuk itu kita manusia sebagai salah satu penghuni dari bumi wajib untuk menjaga agar suhu dari Bumi kita tetap aman dan stabil kondisinya. Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya sebagai berikut.

1. Menggunakan energi terbarukan atau energi alternatif dan mengurangi penggunaan batu bara, gasoline dan kayu.



Sumber: Karyapemuda.com  
Gambar 2.14 Cara Menanggulangi Pemanasan Global.

2. Meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengurangi penggunaan kendaraan bila akan berpergian dengan jarak dekat dan juga menggunakan bahan bakar yang memiliki bilangan oktan yang lebih tinggi sehingga titik bakar dalam mesin rendah.

3. Mengurangi penebangan liar

(*deforestation*) dan pembakaran hutan. Hal ini karena pohon merupakan salah satu penghasil oksigen, oleh karena itu perlu untuk menjaga kelestarian alam.

4. Mengurangi penggunaan produk-produk yang mengandung *chloro fluorocarbons* (CFCs) dengan menggunakan produk-produk yang ramah lingkungan.

5. Mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan. Kegiatan penghijauan sangat penting karena dapat menanggulangi terjadinya bencana alam seperti tanah longsor serta hal tersebut juga untuk menambah jumlah penyuplai oksigen.



## TAHUKAH KAMU

Pertamina Palembang telah resmi meluncurkan Biosolar (B-20) yang merupakan campuran BBM jenis solar dengan minyak nabati *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). Biosolar yang diluncurkan ini diprediksi mampu mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK), bahkan bisa berkurang hingga 29 persen.

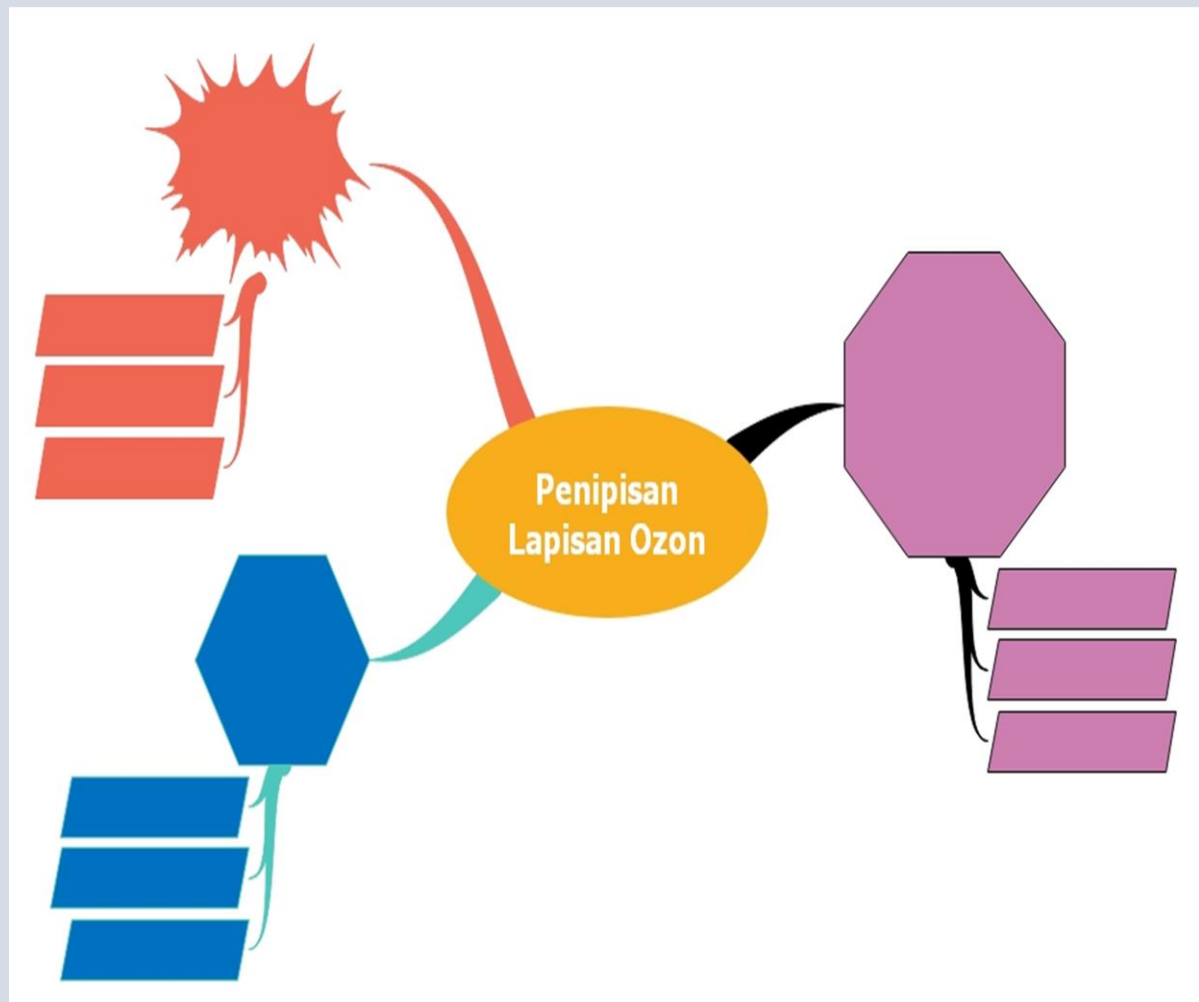
(liputan6.com)

Setelah kalian mempelajari mengenai penanggulangan dari pemanasan global, untuk mengetahui pemahaman kalian terkait materi yang telah dipelajari, silahkan salin, lengkapi dan kembangkan *mind mapping* berikut pada selembar kertas!



## TUGAS PROYEK

Kalian telah memahami bukan tentang pemanasan global, mulai dari faktor penyebab, dampak hingga penanggulangannya, untuk menguji pemahaman kalian silahkan kalian salin *mind mapping* di bawah ini pada selembar kertas, baik dengan mengikuti contoh *mind mapping di bawah* atau dengan menambahkan kolom yang kosong maupun menambahkan cabang sesuai dengan contoh *mind mapping* yang terdapat di awal bab *serta* pemahaman dan kreativitas kalian (tidak harus seperti gambar di bawah)!





## RANGKUMAN

1. Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas tertentu di atmosfer Bumi memerangkap panas.
2. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.
3. Faktor yang menyebabkan pemanasan global di antaranya emisi CO<sub>2</sub>, emisi metana, *deforestation* dan pembakaran lahan hutan, penggunaan *chlorofluocarbons* (CFCs), dan meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.
4. Dampak pemanasan global yang telah nampak, di antaranya temperatur Bumi menjadi semakin tinggi, penguapan dan curah hujan yang tidak menentu, mencairnya glasier yang menyebabkan volume air laut meningkat, hilangnya terumbu karang, kepunahan spesies yang semakin meluas, kegagalan panen besar-besaran, dan penipisan lapisan ozon.
5. Usaha-usaha untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya menggunakan energi terbarukan, meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan, mengurangi *deforestation*, mengurangi penggunaan *chlorofluocarbons* (CFCs), mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan.







## UJI KOMPETENSI

### I. PILIHAN GANDA

Pilihlah jawaban a, b, c, atau d dengan cara memberi tanda silang pada huruf yang sesuai dengan jawaban Anda!

1. Perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar yang telah disajikan di atas. Tingginya akumulasi gas rumah kaca di atmosfer dipengaruhi oleh aktivitas pada nomor....

- a. 1), 2) dan 3)
- b. 1), 3) dan 5)
- c. 2), 3) dan 4)
- d. 2) dan 4)

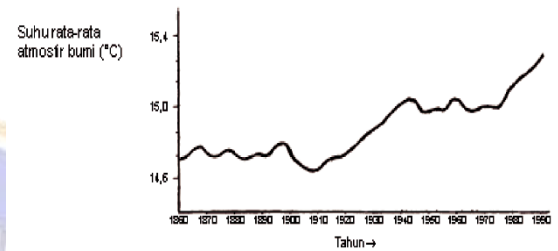
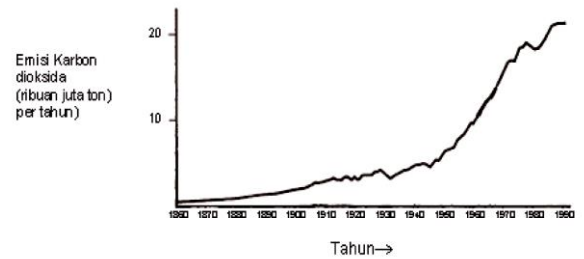
2. Pada mekanisme efek rumah kaca, kalor akan terperangkap di bumi sehingga menyebabkan....

- a. meningkatnya suhu rata-rata di bumi
- b. meningkatnya kelembaban udara
- c. menurunnya suhu rata-rata di bumi
- d. menurunnya kelembaban udara

3. Pengertian pemanasan global adalah....

- a. efek rumah kaca
- b. proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi
- c. proses pemanasan bumi karena kegiatan manusia
- d. naiknya suhu bumi yang disebabkan oleh adanya perubahan komposisi, yang terdapat pada atmosfer.

4. Perhatikan grafik di bawah ini!



Kesimpulan yang tepat berdasarkan grafik yang disajikan di atas adalah....

- a. jumlah CO<sub>2</sub> dan suhu rata-rata bumi sebanding
- b. kenaikan suhu rata-rata di permukaan bumi diakibatkan oleh kenaikan emisi karbondioksida
- c. kenaikan kenaikan emisi karbondioksida diakibatkan oleh suhu rata-rata di permukaan bumi
- d. jumlah CO<sub>2</sub> dan suhu rata-rata bumi mengalami

- peningkatan secara signifikan
5. Bagaimanakah mekanisme terjadinya pemanasan global....
- terperangkapnya gas rumah kaca pada atmosfer bumi, sehingga memantulkan sinar matahari
  - terperangkapnya gelombang panas cahaya matahari akibat peningkatan jumlah gas rumah kaca, sehingga terjadi efek rumah kaca
  - pemantulan cahaya matahari yang datang ke bumi akibat efek rumah kaca
  - pemantulan gelombang panas bumi akibat meningkatnya gas rumah kaca pada atmosfer bumi
6. Perhatikan pernyataan berikut!
- Penipisan lapisan ozon
  - Perubahan cuaca yang stabil
  - Munculnya penyakit diare
  - Mencairnya es di kutub
- Pernyataan yang merupakan dampak pemanasan global terhadap lingkungan adalah pernyataan nomor....
- 1 dan 2
  - 2 dan 3
  - 3 dan 4
  - 1 dan 4
7. Salah satu program pemerintah yang digunakan untuk mengurangi terjadinya pemanasan global yaitu....
- penanaman seribu pohon
  - penebaran benih ikan
  - pengurangan bahan bakar alternative
  - program keluarga berencana
8. Manusia melakukan banyak aktivitas dalam kehidupannya, beberapa aktivitas tersebut menyebabkan pemanasan

global. Berikut ini cara yang tepat dalam upaya penanggulangan pemanasan global adalah....



(a)



(b)



(c)



(d)

9. Penyebab penyimpangan iklim di Indonesia karena adanya peningkatan temperatur di atas samudra pasifik, kondisi ini mengakibatkan terjadinya musim kemarau berkepanjangan di Indonesia dan memiliki pengaruh yang besar terhadap spesies di lautan. Gejala alam ini disebut....

a. *global Warming*

b. El Nino

c. La Nina

d. Efek rumah kaca

10. Perhatikan pernyataan berikut ini. Pemanasan global

1) Meningkatkan penggunaan AC dan kulkas.

2) Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.

3) Meningkatkan kelestarian ekosistem hutan.

4) Meningkatkan aktivitas pembukaan ladang.



- 5) Mengurangi penggunaan pupuk pestisida. a. 1), 2) dan 3)  
Upaya untuk menjaga b. 1), 3) dan 5)  
kestabilan suhu global ditunjukkan c. 2), 3) dan 5)  
oleh nomor.... d. 2), 4) dan 5)

## II. URAIAN

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!**

1. Atmosfer Bumi mempunyai efek yang sama dengan rumah kaca, sehingga muncul istilah efek rumah kaca. Efek rumah kaca dapat terjadi karena adanya gas-gas rumah kaca di atmosfer bumi.
  - a. Jelaskan dampak yang akan terjadi apabila tidak terdapat gas rumah kaca di atmosfer bumi?
  - b. Apakah yang akan terjadi jika kadar gas rumah kaca di atmosfer bumi semakin meningkat!
2. Jelaskan secara singkat proses terjadinya pemanasan global!
3. Menurutmu, apakah dampak dari pemanasan global?
4. Sebutkan 4 macam usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global!
5. Penggunaan bahan bakar fosil saat ini makin meningkat, oleh karena itu kita disarankan untuk menggunakan bahan bakar alternatif. Menurutmu mengapa kita perlu menggunakan bahan bakar alternatif?



## INFORMASI

Setelah menjawab soal Uji Kompetensi di atas cocokkanlah jawabanmu dengan kunci jawaban yang telah disediakan. Hitunglah nilai yang kamu peroleh dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Total Nilai keseluruhan} = \frac{\text{skor pilihan ganda} + \text{skor uraian}}{2}$$

KKM pada BAB ini adalah 75, sehingga

- c. Bila nilai yang didapatkan  $< 75$ , maka kamu belum menguasai materi pada bab 2. Bacalah kembali secara seksama untuk lebih memahami materi pada bab tersebut.
- d. Bila nilai yang kamu peroleh  $> 75$ , maka kamu telah menguasai materi pada bab 2.



## KUNCI JAWABAN

### Kunci jawaban Uji Kompetensi BAB 1

#### Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. C | 6. A  |
| 2. B | 7. B  |
| 3. D | 8. C  |
| 4. A | 9. B  |
| 5. D | 10. C |

#### Uraian

1. Cara penanggulangan pencemaran air dengan cara IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yaitu:  
Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *primary treatment* (pengolahan pertama), *secondary treatment* (pengolahan kedua), dan *tertiary treatment* (pengolahan lanjutan).
  - a. *Primary treatment* merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi.
  - b. *Secondary treatment* merupakan pengolahan kedua, bertujuan untuk menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah.
  - c. *Tertiary treatment* merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan posfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen.

2. Aktivitas yang menyebabkan pencemaran udara
  - a. Aktivitas alam dapat menimbulkan pencemaran udara di atmosfer. Contohnya ketika gunung berapi meletus akan dengan menghasilkan abu vulkanik dan gas-gas vulkanik
  - b. Pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia seperti Pembakaran sampah, pembakaran hutan, asap kendaraan, asap rokok, bahan-bahan buangan dari kegiatan pabrik industri yang memakai zat kimia organik dan anorganik, pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara
3. Upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran udara yaitu.
  - a. Tingkat rumah tangga, yaitu tidak membakar sampah di pekarangan, tidak merokok di dalam ruangan, menanam tanaman hias, dan segera matikan kompor atau kayu bakar jika proses memasak telah selesai
  - b. Tingkat wilayah, yaitu ikut berpartisipasi dalam gerakan penghijauan, ikut memelihara atau tidak mengganggu taman kota dan pohon pelindung, tidak melakukan penebangan hutan, pohon dan tanaman liar secara sembarangan
  - c. Tingkat nasional, yaitu membuat cerobong asap bagi industri dan pabrik, larangan beredarnya insektisida berbahaya, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, larangan penggunaan gas CFC, membatasi beroperasinya kendaraan bermotor, pengaturan lokasi industri yang jauh dari pemukiman.
4. Jenis-jenis limbah yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran tanah ada tiga yaitu limbah industri, limbah domestik, dan limbah

pertanian. Limbah domestik dapat berasal dari daerah: pemukiman penduduk, perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain, kelembagaan misalnya kantor-kantor pemerintahan dan swasta, dan wisata. Sedangkan limbah industry merupakan limbah berasal dari sisa-sisa produksi industry, kedua limbah ini dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah pertanian berasal dari sisa-sisa pupuk sintetis untuk menyuburkan tanah atau tanaman, misalnya pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman.

5. Biomediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri).

### RUBRIK PENILAIAN UJI KOMPETENSI BAB 1

1) Pilihan Ganda

Benar = 1

Salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh siswa}}{\text{skor total}} \times 100$$

2) Uraian

NO	JAWABAN	SKOR
1	Menjawab dan menjelaskan 3 tahapan penanggulangan pencemaran air dengan benar	4
	Menjawab dan menjelaskan 2 tahapan penanggulangan pencemaran air dengan benar.	3



NO	JAWABAN	SKOR
	Menjawab dan menjelaskan 1 tahapan penanggulangan pencemaran air dengan benar.	2
	Menjawab semua tetapi kurang benar.	1
	Tidak menjawab	0
2	Menjawab dua aktivitas yang menyebabkan pencemaran udara dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab satu aktivitas yang menyebabkan pencemaran udara	3
	Menjawab semua tetapi salah.	2
	Menjawab 1 tetapi salah	1
	Tidak menjawab.	0
3	Menjawab upaya menanggulangi pencemaran udara dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab 2 upaya menanggulangi pencemaran udara	3
	Menjawab 1 upaya menanggulangi pencemaran udara	2
	Menjawab tetapi salah	1
	Tidak menjawab	0
4	Menjawab dengan lengkap dan benar	5
	Menjawab 2 poin tapi kurang lengkap	4
	Menjawab 1 poin benar	3
	Menjawab 1 poin tapi kurang lengkap	2
	Menjawab salah semua	1
	Tidak menjawab	0

NO	JAWABAN	SKOR
5	Menjawab dengan lengkap dan benar	3
	Menjawab benar kurang lengkap	2
	Menjawab salah	1
	Tidak menjawab	0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh siswa}}{\text{skor total}} \times 100$$

$$\text{Total Nilai keseluruhan (pilihan ganda dan uraian)} = \frac{\text{Jumlah skor total}}{2}$$

### Kunci jawaban Uji Kompetensi BAB 2

#### Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. C | 6. D  |
| 2. A | 7. A  |
| 3. B | 8. B  |
| 4. B | 9. A  |
| 5. B | 10. C |

#### Uraian

- a) Apabila tidak terdapat gas rumah kaca di atmosfer bumi akan mengakibatkan suhu bumi menjadi sangat dingin, sehingga es akan menutupi seluruh permukaan bumi dan mengakibatkan tidak akan ada kehidupan di bumi.

- b) Jika kadar gas rumah kaca di atmosfer bumi semakin meningkat akan mengakibatkan panas matahari yang masuk ke bumi tidak akan dapat dipantulkan dan tetap terperangkap di bumi, sehingga mengakibatkan suhu di bumi semakin meningkat dan mengakibatkan pemanasan global.
2. Proses terjadinya pemanasan global diawali dari cahaya tampak dari matahari yang sebagian dikembalikan ke angkasa dan sebagian lagi diserap oleh bumi. Pantulan tersebut dikembalikan lagi dalam wujud radiasi inframerah. Radiasi inframerah yang dipancarkan kembali oleh bumi diserap oleh CO<sub>2</sub> di atmosfer yang kemudian sebagian dipancarkan ke angkasa (a) sebagian lagi dikembalikan ke atmosfer bumi dan (b) CO<sub>2</sub> yang kembali ke atmosfer bumi itulah yang disebut dengan pemanasan global (*global warming*).
3. Dampak dari pemanasan global adalah
- Dampak terhadap makhluk hidup, yaitu hilangnya terumbu karang, kepunahan spesies flora dan fauna, kegagalan panen, dan munculnya berbagai penyakit
  - Dampak terhadap lingkungan, yaitu temperature bumi semakin tinggi, mencairnya glasier, serta perubahan iklim dan cuaca
  - Dampak terhadap atmosfer, yaitu penipisan lapisan ozon
4. 4 macam usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global, sebagai berikut
- Menggunakan energi terbarukan dan mengurangi penggunaan batu bara
  - Meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan
  - Mengurangi *deforestation*

- d. Mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan
5. Penggunaan energi alternatif sangat diperlukan agar bahan bakar yang berasal dari energi fosil tidak cepat habis. Selain itu penggunaan energi alternatif lebih ramah lingkungan daripada bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil ini menyebabkan pencemaran udara yang merupakan salah satu penyebab pemanasan global.

### RUBRIK PENILAIAN UJI KOMPETENSI BAB 1

1) Pilihan Ganda

Benar = 1

Salah = 0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh siswa}}{\text{skor total}} \times 100$$

2) Uraian

NO	JAWABAN	SKOR
1	Menjawab dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab benar kurang lengkap	3
	Menjawab 1 dengan benar.	2
	Menjawab semua tetapi salah	1
	Tidak menjawab	0
2	Menjawab dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab benar kurang lengkap	3
	Menjawab lengkap tetapi salah	2
	Menjawab tidak lengkap dan salah	1



	Tidak menjawab.	0
3	Menjawab dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab benar kurang lengkap	3
	Menjawab lengkap tetapi salah	2
	Menjawab tidak lengkap dan salah	1
	Tidak menjawab	0
4	Menjawab dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab 3 usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global	3
	Menjawab 2 usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global	2
	Menjawab hanya 1 usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global	1
	Tidak menjawab	0
5	Menjawab dengan lengkap dan benar	4
	Menjawab benar kurang lengkap	3
	Menjawab lengkap tetapi salah	2
	Menjawab tidak lengkap dan salah	1
	Tidak menjawab	0

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh siswa}}{\text{skor total}} \times 100$$

$$\text{Total Nilai keseluruhan (pilihan ganda dan uraian)} = \frac{\text{Jumlah skor total}}{2}$$

## DAFTAR PUSTAKA

Abdulah, Mikrajuddin. Dkk. 2007. *IPA terpadu SMP dan MTs jilid 1B*. Jakarta: Penerbit Erlangga

Ahmed, Arina. Ebook Pemanasan Global dan Efek Rumah Kaca. Tersedia pada:  
[https://www.academia.edu/20445061/eBook\\_pemanasan\\_global\\_dan\\_efek\\_rumah\\_kaca.pdf](https://www.academia.edu/20445061/eBook_pemanasan_global_dan_efek_rumah_kaca.pdf).

Killen. (1996). Gas-gas rumah kaca di atmosfer(online). Tersedia: <http://jurnallingkungan.wordpress.com/gas-rumah-kaca/>.

Martono. Fenomena Gas Rumah Kaca. Tersedia pada: [www.pusdiklatmiga.esdm.go.id/file/T6-Fenomena\\_Gas\\_rumah\\_kaca.pdf](http://www.pusdiklatmiga.esdm.go.id/file/T6-Fenomena_Gas_rumah_kaca.pdf).

Sumarwan. Dkk. 2007. *IPA SMP*. Jakarta: Penerbit Erlangga

Syamsur, istamar. Dkk. 2007. *IPA Biologi*. Jakarta: Penerbit Erlangga

Widodo, Wahono . dkk. 2016. *Ilmu Pengatahuan Alam*. Jakarta: Kemdikbud