

**MODUL AJAR**  
**ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN SOSIAL**  
**KELASX**  
**MAHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA**

**Informasi Umum**

Sekolah	SMK Negeri 1 Trenggalek
Penyusun	Ika Vidiyasi Aristawati
Bidang Keahlian	Teknik
Kelas	X Teknik
Alokasi Waktu	10 menit
Jumlah Pertemuan	1
Fase Capaian	E
Kompensi awal	Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari ini adalah ciri-ciri makhluk hidup dan tingkatan organisasi kehidupan yang sebelumnya telah dipelajari pada Fase D
Profil Pelajar Pancasila	Peserta didik akan mengembangkan kemampuan <b>beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, bernalar kritis, gotong royong, kreatif dan mandiri</b> dalam proses implementatif pembuatan teks informasi mengenai makhluk hidup dan lingkungannya
Target Peserta Didik	Perangkat ajar ini dapat digunakan guru untuk mengajar : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. siswa reguler/tipikal</li> <li>2. siswa dengan hambatan belajar</li> <li>3. siswa cerdas istimewa berbakat istimewa</li> </ol>
Penilaian	Formatif dan Sumatif

Model Pembelajaran	Discovery Learning, PBL dan PjBL
Moda Pembelajaran	Daring / Kombinasi
Metode Pembelajaran	Diskusi, presentasi, demonstrasi, simulasi praktik
Bentuk Penilaian	Asesmen Formatif dan Sumatif
Sumber Pembelajaran	Buku Paket, Modul, Internet dan Lainnya
Bahan Pembelajaran	Contoh jadi pupuk kompos, EM4, Plastik untuk kemasan pupuk kompos
Alat Praktik Pembelajaran	PC/laptop, handphone
Media Pembelajaran	LCD Projector, PPT, Video Pembelajaran, Internet

Komponen Inti	
<b>Alur Tujuan Pembelajaran</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi terjadinya pencemaran lingkungan dan zat-zat pencemar lingkungan (udara, air dan tanah)</li> <li>2. Mengidentifikasi limbah yang ada di lingkungan masyarakat.</li> <li>3. Merancang dan melakukan pembuatan pupuk kompos padat atau pupuk kompos cair</li> </ol>
<b>Pemahaman Bermakna</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa dapat bersosialisasi yang seimbang dengan lingkungannya</li> <li>2. Siswa dapat memberikan solusi terkait pencemaran lingkungan</li> <li>3. Siswa dapat memberikan solusi terkait pemamfaatan limbah yang bernilai guna</li> </ol>
<b>Pertanyaan Pematik</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apa saja jenis-jenis limbah?</li> <li>2. Bagaimana cara mengolah sampah organic yang ada di sekitar kita?</li> </ol>

<p><b>Persiapan Pembelajaran</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis karakter siswa mulai dari gaya belajar siswa, bakat dan minat serta lingkungan.</li> <li>2. Target pencapaian hasil disesuaikan dengan bakat dan minat serta bidang keahlian</li> <li>3. Mencari alternatif yang lainnya jika sarana dan prasarana kurang mendukung.</li> <li>4. Mempersiapkan keseluruhan konten yang terkait limbah dan pemanfaatan limbah</li> </ol>
<p><b>Aktivitas</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis hasil <b>Proposal Observasi terkait pemanfaatan limbah kotoran kambing dan limbah sisa makanan dan sayuran</b></li> <li>2. Menjelaskan secara detail proses pembuatan pupuk kompos dari kotoran kambing dan limbah sayuran dengan bantuan EM 4</li> <li>3. Menjelaskan cara pengisian lembar pengamatan kegiatan pembuatan pupuk kompos dari kotoran kambing dan limbah campuran dengan bantuan EM4</li> </ol>

<p><b>Kegiatan Awal</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik dan Guru memulai dengan berdoa bersama.</li> <li>2. Peserta didik disapa dan melakukan pemeriksaan kehadiran bersama dengan guru.</li> <li>3. Peserta didik bersama dengan guru membahas tentang kesepakatan yang akan diterapkan dalam pembelajaran</li> <li>4. Peserta didik dan guru berdiskusi melalui pertanyaan pemantik: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Apakah kalian setiap hari menghasilkan sampah?</li> <li>b. Berapa banyak sampah yang kamu hasilkan setiap hari?</li> </ol> </li> </ol>
-----------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>c. Apakah sampah yang bersifat organik telah dimanfaatkan dan bernilai guna?</li> <li>d. Apakah limbah kotoran hewan sudah dimanfaatkan dengan baik dan bernilai jual?</li> </ul>
<p><b>Kegiatan Inti</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mempresentasikan hasil observasi terkait sampah dan limbah kotoran hewan yang berada di lingkungan sekitar</li> <li>2. Dengan metode Tanya jawab guru memberikan pertanyaan mengenai: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Apakah contoh dan macam-macam limbah yang ada di sekitar peserta didik?</li> <li>b. Bagaimana cara penangan limbah/sampah yang ada di sekitar peserta didik?</li> <li>c. Cara penanganan limbah/sampah</li> </ul> </li> <li>3. Peserta didik membentuk kelompok dalam beberapa kelompok .</li> <li>4. Peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan studi pustaka (browsing dan/atau mengunjungi perpustakaan) guna mengeksplorasi: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Klasifikasi limbah.</li> <li>b. Bahaya limbah</li> <li>c. Pengolahan limbah</li> </ul> </li> <li>5. Peserta didik mempresentasikan secara singkat terkait hasil studi pustakanya.</li> <li>6. Peserta didik mendapatkan paparan secara umum terkait dengan langkah-langkah pengolahan limbah kotoran kambing dan sampah sayur mayur</li> <li>7. Peserta didik menganalisis hasil observasi untuk menyusun proposal pengolahan limbah</li> <li>8. Peserta didik diminta untuk mengerjakan soal latihan</li> </ol>

<p><b>Kegiatan Penutup</b></p>	<p>a) Peserta didik dapat melakukan/memberikan penilaian baik dalam bentuk narasi/gambar/emotikon tertentu untuk menunjukkan pemahaman tentang topic hari ini.</p> <p>b) Peserta didik dapat menuliskan pertanyaan yang ingin diketahui lebih lanjut dalam kolom komentar.</p> <p>c) Peserta didik mengomunikasikan kendala yang dihadapi selama mengerjakan</p> <p>d) Peserta didik menerima apresiasi dan motivasi dari guru.</p>
<p>Referensi</p>	<p>Wulan Saptowati, Nunik. 2016. <i>Struktur Sel, Ekosistem Dan Penanganan Limbah</i>, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bisnis dan Pariwisata</p>
<p>Refleksi</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah ada kendala pada kegiatan pembelajaran?</li> <li>2. Apakah semua siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran?</li> <li>3. Apa saja kesulitan siswa yang dapat diidentifikasi pada kegiatan pembelajaran?</li> <li>4. Apakah siswa yang memiliki kesulitan ketika berkegiatan dapat teratasi dengan baik?</li> <li>5. Apa level pencapaian rata-rata siswa dalam kegiatan pembelajaran ini?</li> <li>6. Apakah seluruh siswa dapat dianggap tuntas dalam pelaksanaan pembelajaran?</li> <li>7. Apa strategi agar seluruh siswa dapat menuntaskan kompetensi?</li> </ol>
<p>Lembar Kegiatan</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lembar Observasi Jenis-jenis sampah</li> <li>2. Lembar observasi kegiatan penyusunan draf proposal pembuatan produk yang berkaitan dengan pengolahan limbah organik</li> <li>3. Lembar Pengamatan pembuatan produk limbah organik untuk pupuk kompos</li> </ol>

## Lampiran

### 1. PENILAIAN FORMATIF

#### a. Melakukan Observasi

Buatlah salah satu rancangan percobaan sederhana tentang cara penanganan limbah yang ada disekitar lingkungan anda. Buatlah Proposal dari hasil rancangan cara penanganan limbah (padat dan cair) dengan ketentuan sebagai berikut :

- Setiap peserta merancang salah satu percobaan bagaimana cara penanganan limbah padat atau cair
- Buatlah Proposal dari hasil percobaan tersebut.
- Isikan hasil kegiatan pengamatan anda pada lembar kerja berikut ini :

#### Lembar Kerja Observasi

<b>Nama Kelompok</b>	
<b>Alamat yang diobservasi</b>	
<b>Hasil Observasi terhadap Pengolahan Limbah</b>	
<b>Rancangan pengolahan Limbah</b>	
<b>Judul rancangan :</b>	
<b>Alat dan Bahan :</b>  (menyebutkan secara lengkap nama alat dan bahan yang digunakan dalam rancangan pengolahan limbah) → <b>(sesuai dengan ketersediaan bahan limbah yang ada di lingkungan)</b>	
<b>Cara Kerja :</b>  (menyebutkan secara rinci dan benar langkah-langkah kerja rancangan pengolahan limbah) → <b>(dapat mencari</b>	

literature di Google maupun Youtube)	
<b>Gambar / foto hasil Observasi</b>	

### Teknik penilaian hasil observasi dengan Presentasi

#### LEMBAR OBSERVASI PENILAIAN PRESENTASI SISWA

NO	NAMA PESERTA DIDIK	INDIKATOR				SKOR TOTAL	KET
		1	2	3	4		
1							
2							
3							
4							

KETERANGAN :

#### ASPEK YANG DINILAI

1. Sistematika presentasi
2. Penggunaan bahasa
3. Ketepatan intonasi dan kejelasan artikulasi
4. Kemampuan mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan

#### KRITERIA PENILAIAN :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100$$

Rentang Jumlah Skor	86 - 100	Sangat Baik
	70 - 85	Baik
	55 - 69	Cukup Baik
	<55	Kurang Baik

RUBRIK PENILAIAN PRESENTASI KELOMPOK

No	Indikator	Skor Nilai		
		1	2	3
1	Sistematika presentasi	Materi presentasi disajikan secara tidak runtut	Materi presentasi disajikan kurang runtut	Materi presentasi disajikan sangat runtut
2	Penggunaan bahasa	Bahasa yang digunakan kurang bisa dipahami	Bahasa yang digunakan cukup dipahami	Bahasa yang digunakan mudah dipahami
3	Ketepatan intonasidan kejelasan artikulasi	Penyampaian materi disajikan dengan intonasi dan artikulasi/lafal yang tidak jelas	Penyampaian materi disajikan dengan intonasidan artikulasi/lafal yang cukup jelas	Penyampaian materi disajikan dengan intonasidan artikulasi/lafal yang sangat jelas

4	Kemampuan mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan	Kurang mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan	Mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan/sanggahan	Mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan/sanggahan dengan baik dan bijaksana
---	---	--	--	--

**b. Pengamatan aktivitas diskusi siswa**

**Lembar Pengamatan kegiatan Diskusi**

No.	Nama Siswa	Aspek Pengamatan					Jlm Skor	Nilai	Ket.
		Kerjasama	Mengkomunikasikan pendapat	Toleransi	Keaktifan	Menghargai pendapat teman			

**Kriteria Nilai**

- A = 80 – 100 : Baik Sekali
- B = 70 – 79 : Baik
- C = 60 – 69 : Cukup
- D = < 60 : Kurang

### c. Menyusun Proposal

#### Draf Penyusunan Proposal

HALAMAN JUDUL

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang
2. Rumusan Masalah
3. Tujuan Penelitian
4. Manfaat Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

1. Review Literatur
2. Batasan Konseptual
3. Kerangka Teori/Hipotesis

BAB III METODOLOGI

1. Metode Penelitian
2. Teknik Pengumpulan Data
3. Teknik Analisis Data

#### Lembar Penilaian Proposal

Nama Siswa :

Kelas :

Tugas :

Tanggal :

No.	Aspek yang dinilai	Skor Maksimal	Skor yang diperoleh
			Siswa
1.	Sistematika Proposal	4	
2.	Kelengkapan Proposal	4	
3.	Kejelasan dan keruntutan penulisan	4	

4.	Kebenaran konsep ide yang dipaparkan	4	
5.	Ketepatan pemilihan kosakata	4	
6.	Kemampuan siswa menjelaskan isi Proposal	4	
7.	Usaha siswa dalam menyusun Proposal	4	
8.	Presentasi Proposal percobaan	4	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{32} \times 100$$

**Saran Guru:** .....

**RUBRIK PENILAIAN PROPOSAL**

1	Sistematika Proposal	4 = Proposal dibuat sesuai sistematika penulisan, jelas dan benar 3 = Proposal dibuat dengan benar tetapi kurang jelas 2 = Proposal dibuat kurang benar dan kurang jelas 1 = Proposal dibuat dengan sistematika yang salah
2	Kelengkapan Proposal	4 = Proposal dibuat secara lengkap sesuai petunjuk pembuatan Proposal 3 = Proposal dibuat tanpa kesimpulan 2 = Proposal dibuat tanpa diskusi, kesimpulan, daftar pustaka 1 = Proposal dibuat tidak lengkap (mencakup 3 unsur saja)
3	Kejelasan Proposal	4 = Proposal jelas, dapat dipahami, ditulis secara runtut 3 = Proposal jelas, tetapi penulisan kurang runtut 2 = Proposal kurang jelas, kurang sesuai dengan keruntutan penulisan 1 = Proposal tidak jelas, tidak sesuai dengan keruntutan penulisan
4	Kebenaran konsep	4 = konsep/ide yang dipaparkan tepat, benar, dan sesuai dengan teori 3 = konsep/ide yang dipaparkan sesuai dengan teori tetapi

		<p>kurang jelas</p> <p>2 = konsep/ide yang dipaparkan kurang tepat</p> <p>1 = konsep/ide yang dipaparkan tidak tepat</p>
5	<p>Ketepatan pemilihan kosakata</p>	<p>4 = menggunakan kata-kata yang tepat, menggunakan kalimat aktif</p> <p>3 = menggunakan kata-kata yang kurang tepat, menggunakan kalimat aktif</p> <p>2 = menggunakan kata-kata yang kurang tepat, tidak menggunakan kalimat aktif</p> <p>1 = menggunakan kosakata yang salah</p>
6	<p>Kemampuan siswa menjelaskan isi Proposal</p>	<p>4 = menguasai latar belakang, metode, diskusi, kesimpulan</p> <p>3 = menguasai latar belakang, metode, dan diskusi</p> <p>2 = menguasai latar belakang dan metode</p> <p>1 = menguasai latar belakang saja</p>
7	<p>Usaha siswa dalam menyusun Proposal</p>	<p>4 = berusaha melengkapi isi Proposal dengan sungguh-sungguh, berusaha memperbaiki isi, tulisan rapi, mudah dibaca.</p> <p>3 = sesuai aspek yang tercantum pada nomor 1, kecuali ada 1 aspek yang tidak dilakukan</p> <p>2 = sesuai aspek yang tercantum pada nomor 1, kecuali ada 2 aspek yang tidak di lakukan</p> <p>1 = tidak berusaha melengkapi dan memperbaiki isi Proposal.</p>
8	<p>Presentasi Proposal</p>	<p>4 = semua anggota kelompok aktif dan berusaha menjawab pertanyaan dengan benar.</p> <p>3 = semua anggota kelompok aktif akan tetapi kurang berusaha menjawab pertanyaan dengan benar.</p> <p>2 = beberapa anggota saja yang aktif (dominasi) namun ada usaha untuk menjawab pertanyaan dengan benar.</p> <p>1 = beberapa anggota saja yang aktif (dominasi) namun kurang berusaha untuk menjawab pertanyaan dengan benar.</p>

**d. Melakukan kegiatan Pegamatan**

**Jurnal Kegiatan Siswa:**

Isilah Jurnal berikut sesuai dengan hasil pengamatan yang telah kalian lakukan.

Jurnal Kegiatan Siswa

No	Hari/tanggal	Kegiatan	Keterangan
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

**Teknik Penilaian**

90-100	Sangat Lengkap untuk pengisian pengamatan secara detail sesuai kondisi pembuatan pupuk kompos
80-89	Lengkap untuk pengisian pengamatan secara detail sesuai kondisi pembuatan pupuk kompos
70-79	Kurang Lengkap untuk pengisian pengamatan secara detail sesuai kondisi pembuatan pupuk kompos
<69	Tidak lengkap untuk pengisian pengamatan secara detail sesuai kondisi pembuatan pupuk kompos

## Penilaian Sumatif

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!

1. Mengolah kertas bekas menjadi kertas daur ulang merupakan tindakan yang menerapkan konsep ....
  - A. Reduce
  - B. Recycle
  - C. Replant
  - D. Reuse
  - E. Reduksi
2. Adanya mikroorganisme pada pembuatan kompos berfungsi untuk ....
  - A. Menyuplai ketersediaan oksigen
  - B. Mengurangi aerasi pada sampah
  - C. Meningkatkan keasaman sampah
  - D. Membantu penguraian sampah
  - E. Menurunkan kebasaan sampah
3. Mengurangi kandungan bahan pencemar di dalam air terutama senyawa organik, padatan teruspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme terdapat di alam merupakan tujuan utama dari ....
  - A. Pengolahan air limbah
  - B. Pemanfaatan sampah organik
  - C. Pemanfaatan limbah industri
  - D. Pemanfaatan air limbah
  - E. Pemanfaatan grey water
4. Proses biokimia yaitu zat organik dalam limbah dipecah sehingga menghasilkan humus, berguna untuk memperbaiki struktur tanah disebut ....
  - A. Penumpukan
  - B. Pembakaran
  - C. Penimbunan
  - D. Pengomposan

- E. Pembuangan
5. Berikut ini kegiatan yang menerapkan metode reduce adalah ....
- A. Mengolah kertas bekas menjadi kertas daur ulang
  - B. Menggunakan botol bekas untuk menyimpan air minum
  - C. Menggunakan kaleng bekas untuk menanam tanaman
  - D. Membuat peralatan rumah tangga dari bambu
  - E. Menggunakan keranjang belanja sebagai pengganti kantong plastik
6. Berikut ini adalah jenis limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos, kecuali ....
- A. Limbah dan residu tanaman
  - B. Limbah dan residu ternak
  - C. Tanaman air
  - D. Limbah industry
  - E. Sampah sisa sayuran
7. Memperkecil kadar polusi limbah plastik dapat dilakukan dengan cara ....
- A. Menghindari produksi bahan jadi dari bahan baku plastic
  - B. Sampah plastik didaur ulang
  - C. Melarang masyarakat menggunakan plastic
  - D. Mengumpulkan sampah plastik dan ditempatkan di lokasi yang aman
  - E. Membakar sampah
8. Yang bukan zat-zat Limbah B3 adalah ....
- A. Sangat mudah berubah
  - B. Sangat mudah terbakar
  - C. Amat sangat mudah terbakar
  - D. Pengoksidasi
  - E. Mudah meledak
9. Yang termasuk limbah medis adalah ....
- A. Tumpahan minyak dan oli
  - B. Mikroorganisme

- C. Obat-obatan dan bahan kimia
- D. Pupuk dan pestisida
- E. Karbondioksida

10. Limbah B3 dapat mengandung zat atau bahan yang bersifat karsinogenik, yang artinya

- A. Dapat menyebabkan kecacatan janin
- B. Dapat menyebabkan tumor
- C. Dapat menyebabkan mutasi
- D. Dapat menyebabkan infeksi
- E. Dapat menyebabkan kanker

## LAMPIRAN

### Prosedur Pembuatan Pupuk Kompos dari Kotoran Kambing

#### Tujuan:

Merancang dan melakukan pembuatan pupuk Kompos dari kotoran kambing

#### Alat dan bahan

##### Alat :

1. Papan
2. Pemukul
3. Pengaduk
4. Plastik
5. Wadah

##### Bahan

1. Kotoran kambing
2. Air Gula
3. Air
4. EM4

#### Alur Pembuatan Pupuk Kompos



## Proses Pembuatan pupuk Kompos dari kotoran Kambing

1. Pukul pukul Kotoran kambing (KK) Supaya halus
2. masukan KK yang sudah halus ke wadah
3. tuangkan larutan aktivator (air yang sudah ditambahkan EM4) dengan kondisi kelembapan 50%
4. aduk sampai rata
5. jika KK masih kering tambahkan lagi larutan aktivatornya sampai menyeluruh
6. lalu tutup mangkok tersebut menggunakan plastik (aduk seminggu sekali)
7. Lakukan kegiatan pengomposan kurang lebih 28 hari hingga kondisi kompos sudah berubah tekstur, warna dan aroma

## 2. Materi Tambahan

### **Pencemaran Lingkungan**

Lingkungan hidup (*environment*) didefinisikan sebagai kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk di dalamnya manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pencemaran lingkungan hidup (*environmental pollution*) 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 peruntukannya (UU No. 23/1997 pasal 1 ayat 12). Para ahli lingkungan bahkan menyatakan bahwa masuknya komponen “asing” ke dalam lingkungan baik secara kualitas maupun kuantitas dikatakan sebagai pencemaran.

Berikut ini akan kita bahas mengenai pencemaran udara, air dan tanah.

#### 1) **Pencemaran Udara**

Berdasarkan pada definisi pencemaran lingkungan hidup (UU No.23/1997) maka pencemaran yang terjadi di udara atau atmosfer disebut sebagai pencemaran udara (*air pollution*). Bahan kimia di udara yang berpengaruh negatif pada manusia,

hewan, tanaman, barang dari logam, batuan dan material lain dapat dikategorikan sebagai pencemar udara.

**a) Zat Pencemar Udara**

Banyak bahan pencemar udara terdapat dalam lapisan troposfer, tetapi ada 9 jenis bahan pencemar udara yang dianggap penting, yaitu sebagai berikut.

<b>NO</b>	<b>PENCEMAR</b>	<b>ZAT-ZATPENCEMAR</b>
	<b>Oksida karbon</b>	Karbonmonoksida (CO) dan karbondioksida (CO <sub>2</sub> )
	<b>Oksida belerang</b>	Sulfurdioksida (SO <sub>2</sub> ) dan sulfurtrioksida (SO <sub>3</sub> )
	<b>Oksidanitrogen</b>	nitritoksida(NO), nitrogendioksida(NO <sub>2</sub> ) dan dinitrogenoksida(N <sub>2</sub> O)
	<b>Komponen bahan Kimia organik volatil</b>	metana(CH <sub>4</sub> ), benzena(C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) klorofluorokarbon(CFC), dan kelompok bromin
	<b>Suspensi partikel</b>	Debut anah,karbon,asbes,logamberat, (sepertitimbal,Pb),nitrat,sulfat,titikcairan, seperti asamsulfat(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), minyak, bifenil poliklorin(PCB), dioksin, dan pestisida.
	<b>Oksida foto kimiawi</b>	ozon, peroksiasil nitrat, hidrogen peroksida, hidroksida, formaldehid yang terbentuk di atmosfer oleh reaksi oksigen, nitrogen oksida dan uap hidrokarbon di bawah pengaruh sinar matahari.
	<b>Zat radioaktif</b>	radon-222, iodine-131, strontium-90, plutonium-239 dan radioisotop dan

		lainnya masuk ke atmosfer bumi dalam bentuk gas atau suspensi partikel.
	<b>Panas</b>	Energi panas yang dikeluarkan pada waktu terjadi proses perubahan bentuk, terutama terjadi saat pembakaran minyak menjadi gas pada kendaraan, pabrik, perumahan, dan pembangkit tenaga listrik
	<b>Suara</b>	Dihasilkan oleh kendaraan bermotor, pesawat terbang, keretaapi, mesin industri, konstruksi, mesin pemotong rumput, sirine dan sebagainya.

Sumber pencemaran udara terdiri dari dua sumber, yaitu:

1. Sumber pencemaran udara alamiah, misalnya akibat letusan gunung berapi. Bisa juga berupa kebakaran hutan, nitrifikasi dan denitrifikasi biologi.
2. Sumber pencemaran udara berasal dari manusia. Sumber pencemaran jenis ini misalnya dari transportasi, emisi pabrik. Zat penyebab pencemaran udara yang bersumber dari kegiatan manusia antara lain Karbon Monoksida (CO), Oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>), Oksida Nitrogen (NO<sub>x</sub>), Partikulat, Hidrokarbon (HC), dan Oksida fotokimia, termasuk ozon.

#### **b) Terjadinya pencemaran udara**

Kondisi udara di dalam atmosfer tidak pernah ditemukan dalam keadaan bersih, melainkan sudahtercampur dengan gas-gas lain dan partikulat-partikulat yang tidak kita perlukan. Gas-gas dan partikulat-partikulat yang berasal dari aktivitas alam dan juga yang dihasilkan dari aktivitas manusia ini terus-menerus masuk ke dalam udara dan mengotori/mencemari udara di lapisan atmosfer khususnya lapisan troposfer. Apabila bahan pencemar tersebut dari hasil pengukuran dengan parameter yang telah ditentukan oleh WHO konsentrasi bahan pencemarnya melewati ambang

batas (konsentrasi yang masih bisa diatasi), maka udara dinyatakan dalam keadaan tercemar. Dengan menggunakan parameter konsentrasi zat pencemar dan waktu lamanya kontak antara bahan pencemar atau polutan dengan lingkungan (udara), WHO menetapkan empat tingkatan pencemaran sebagai berikut:

- Pencemaran tingkat pertama; yaitu pencemaran yang tidak menimbulkan kerugian bagi manusia.
- Pencemaran tingkat kedua; yaitu pencemaran yang mulai menimbulkan kerugian bagi manusia seperti terjadinya iritasi pada indra kita.
- Pencemaran tingkat ketiga; yaitu pencemaran yang sudah dapat bereaksi pada faal tubuh dan menyebabkan terjadinya penyakit yang kronis.
- Pencemaran tingkat keempat; yaitu pencemaran yang telah menimbulkan sakit akut dan kematian bagi manusia maupun hewan dan tumbuh-tumbuhan.

Terdapat dua macam pencemaran udara yaitu:

1. Pencemaran udara primer yaitu substansi pencemar ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran. Karbon monoksida adalah salah satu contoh pencemar udara primer karena ia merupakan hasil dari pembakaran.
2. Pencemaran udara sekunder yaitu substansi pencemar terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Pembentukan ozon dalam proses fotokimia adalah contoh pencemaran sekunder. Atmosfer merupakan sebuah sistem yang kompleks, dinamik, dan rapuh. Belakangan ini, perhatian pada efek emisi polusi udara terhadap [perubahan iklim](#) global dan penipisan lapisan ozon semakin meningkat.

### c) Dampak Pencemaran Udara

1. **Dampak Kesehatan**, dampak pencemaran debu bisa menyebabkan penyakit paru-paru (*bronchitis*) serta penyakit saluran pernapasan lainnya. Sedangkan dampak pencemaran oleh zat kimia seperti Karbon Monoksida dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada *hemoglobin*
2. **Dampak social**, Akibat pencemaran udara, orang-orang tidak dapat menikmati

udara sehat. Setiap hari harus melihat dan menghirup asap. Akibatnya, aktifitas sosial menjadi terhambat.

3. **Dampak terhadap pertanian,** Kurangnya lahan hijau tempat pohon melakukan fotosintesis karena dapat mengganggu pertumbuhan pohon. Tanaman juga akan rawan penyakit. Penyakit tersebut antara lain klorosis, nekrosis. Ini menyebabkan sirkulasi udara sehat berkurang. Udara menjadi kotor sehingga tidak baik untuk dihirup.
4. **Hujan asam,** tingkat keasaman (pH) normal air hujan adalah 5,6. Polusi udara akibat  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  yang bereaksi dengan air hujan akan membentuk asam dan menurunkan pH air hujan. Dampak dari hujan asam ini mempengaruhi kualitas air permukaan. Hujan asam juga melarutkan logam-logam berat yang terdapat dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan.
5. **Efek rumah kaca** disebabkan oleh keberadaan  $\text{CO}_2$ , CFC, metana, ozon, dan  $\text{N}_2\text{O}$  di lapisan troposfer. Keseluruhan gas ini menyerap radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Akibatnya, panas terperangkap dalam lapisan troposfer sehingga menimbulkan fenomena [\*\*pemanasan global\*\*](#). Dampak dari pemanasan global tersebut antara lain pencairan es di kutub, naiknya permukaan air laut, perubahan iklim, perubahan siklus hidup flora fauna.
6. **Kerusakan lapisan ozon** yang berada di stratosfer (ketinggian 20-35 km) merupakan pelindung alami bumi. Lapisan ini berfungsi memfilter radiasi ultraviolet B dari matahari. Pembentukan dan penguraian molekul-molekul ozon ( $\text{O}_3$ ) terjadi secara alami di stratosfer. Emisi CFC yang mencapai stratosfer dan bersifat sangat stabil menyebabkan laju penguraian molekul-molekul ozon lebih cepat dari pembentukannya. Hal ini menyebabkan terbentuknya lubang-lubang pada lapisan ozon. Kerusakan lapisan ozon menyebabkan sinar UV-B matahari tidak terfilter. Akhirnya, dapat mengakibatkan kanker kulit serta penyakit pada tanaman.

#### **d) Cara penanggulangannya**

Penanggulangan pencemaran udara dapat dilakukan dengan beberapa cara. Solusi tersebut yaitu:

1. Gunakan moda angkutan umum akan menurunkan tingkat polusi udara.
2. Hemat energi. Matikan kipas angin, lampu, penyejuk udara saat anda bepergian keluar. Sejumlah besar bahan bakar fosil dibakar untuk menghasilkan listrik..
3. Pahami dan praktek konsep Reduce, Reuse dan Recycle.
4. Gunakan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan.
5. Gunakan perangkat teknologi atau listrik hemat energi.

#### **2. Pencemaran Air**

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan

##### **a) Zat Pencemar**

Secara garis besar bahan pencemar air tersebut di atas dapat dikelompokkan menjadi:

- a) Bahan pencemar organik, baik yang dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme maupun yang tidak dapat mengalami penguraian.
- b) Bahan pencemar anorganik, dapat berupa logam-logam berat, mineral (garam-garam anorganik seperti sulfat, fosfat, halogenida, nitrat)
- c) Bahan pencemar berupa sedimen/endapan tanah atau lumpur
- d) Bahan pencemar berupa zat radioaktif
- e) Bahan pencemar berupa panas

##### **b) Parameter dan standar kualitas air**

Sesuai dengan bahan pencemar yang terdapat dalam sumber air, maka parameter yang biasa digunakan untuk mengetahui standar kualitas air pun berdasarkan pada

bahan pencemar yang mungkin ada, antara lain dapat dilihat dari:

- a) warna, bau, dan/atau rasa dari air.
- b) Sifat-sifat senyawa anorganik (pH, daya hantar spesifik, daya larut oksigen, daya larut garam-garam dan adanya logam-logam berat).
- c) Adanya senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam sumber air (misal  $\text{CHCl}_3$ , fenol, pestisida, hidrokarbon).
- d) Keradioaktifan misal sinar  $\beta$ .
- e) Sifat bakteriologi (misal bakteri coli, kolera, disentri, typhus dan masih banyak lagi)

**c) Dampak pencemaran air di lingkungan sekitar**

Dampak pencemaran air pada umumnya dibagi atas 4 kelompok, yaitu:

**1) Dampak terhadap kehidupan biota air**

Banyaknya zat pencemaran pada air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut. Sehingga mengakibatkan kehidupan dalam air membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah juga terhambat.

**2) Dampak terhadap kualitas air tanah**

Pencemaran air tanah oleh tinja yang biasa diukur dengan faecal coliform telah terjadi dalam skala yang luas, hal ini dibuktikan oleh suatu survey sumur dangkal di Jakarta.

**3) Dampak terhadap kesehatan**

Peran air sebagai pembawa penyakit menular bermacam-macam antara lain: Air sebagai media untuk hidup mikroba patogen,

- Air sebagai sarang insekta penyebar penyakit,
- Jumlah air yang tersedia tidak cukup, sehingga manusia bersangkutan tak dapat membersihkan diri,

- Air sebagai media untuk hidup vector penyakit.

#### 4) **Dampak terhadap estetika lingkungan**

Dengan semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke lingkungan perairan, maka perairan tersebut akan semakin tercemar yang biasanya ditandai dengan bau yang menyengat disamping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan. Masalah limbah minyak atau lemak juga dapat mengurangi estetika lingkungan.

#### d) **Penanggulangan terjadinya pencemaran air**

Usaha-usaha tersebut dapat dilakukan, diantaranya melalui menjaga air tanah agar tetap bersih misalnya:

- 1) Menempatkan daerah industri atau pabrik jauh dari daerah perumahan atau pemukiman
- 2) Pembuangan limbah industri diatur sehingga tidak mencermari lingkungan atau ekosistem
- 3) Pengawasan terhadap penggunaan jenis-jenis pestisida dan zat-zat kimia lain yang dapat menimbulkan pencemaran
- 4) Memperluas gerakan penghijauan
- 5) Tindakan tegas terhadap perilaku pencemaran lingkungan
- 6) Memberikan kesadaran terhadap masyarakat tentang arti lingkungan hidup sehingga manusia lebih lebih mencintai lingkungan hidupnya
- 7) Melakukan intensifikasi pertanian

### 3. **Pencemaran Tanah**

Pencemaran tanah adalah adanya bahan kimia beracun (polutan atau kontaminan) dengan konsentrasi yang cukup tinggi di dalam tanah sehingga berpotensi menimbulkan dampak gangguan kesehatan manusia dan atau ekosistem. Dalam kasus kontaminan polusi tanah yang terjadi secara alami di tanah, bahkan ketika tingkat mereka tidak cukup tinggi untuk menimbulkan risiko, polusi tanah masih dikatakan terjadi jika tingkat kontaminan di tanah melebihi tingkat yang seharusnya ada secara alami.

### a) Penyebab Pencemaran Tanah

Komponen Bahan Pencemar Tanah:

Komponen-komponen bahan pencemar yang diperoleh dari sumber-sumber bahan pencemar tersebut di atas antara lain berupa:

- 1) Senyawa organik yang dapat membusuk karena diuraikan oleh mikroorganisme, seperti sisa-sisa makanan, daun, tumbuh-tumbuhan dan hewan yang mati
- 2) Senyawa organik dan senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan/ diuraikan oleh mikroorganisme seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan, menyebabkan tanah menjadi kurang subur
- 3) Pencemar Udara berupa gas yang larut dalam air hujan seperti oksida nitrogen ( $\text{NO}$  dan  $\text{NO}_2$ ), oksida belerang ( $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ ), oksida karbon ( $\text{CO}$  dan  $\text{CO}_2$ ), menghasilkan hujan asam yang akan menyebabkan tanah bersifat asam dan merusak kesuburan tanah/ tanaman.
- 4) Pencemar berupa logam-logam berat yang dihasilkan dari limbah industri seperti Hg, Zn, Pb, Cd dapat mencemari tanah.
- 5) Zat radioaktif yang dihasilkan dari PLTN, reaktor atom atau dari percobaan lain yang menggunakan atau menghasikan zat radioaktif

### b) Akibat Pencemaran

Akibat polusi tanah dapat bervariasi berdasarkan usia, status kesehatan umum dan faktor lainnya, seperti jenis polutan atau kontaminan yang terhirup atau tertelan.

Namun, biasanya, anak-anak akan lebih rentan terhadap paparan kontaminan karena mereka berhubungan dekat dengan tanah ketika bermain di lapangan, Ditambah pula dengan ambang batas (daya tahan tubuh) yang lebih rendah terhadap penyakit.

Polusi tanah dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, mulai dari sakit kepala, mual, kelelahan, ruam kulit, iritasi mata. Polusi tanah juga berpotensi mengakibatkan kondisi yang lebih serius seperti penyumbatan neuromuskular, kerusakan ginjal dan hati serta berbagai bentuk kanker.

### c) Cara pencegahan dan penanggulangan Bahan Pencemar Tanah

Pencegahan ini pada prinsipnya adalah berusaha untuk tidak menyebabkan terjadinya

pencemaran, misalnya penanggulangan terjadinya bahan pencemar, antara lain:

- 1) Sampah organik yang dapat membusuk/diuraikan oleh mikroorganisme antara lain dapat dilakukan dengan mengukur sampah-sampah dalam tanah secara tertutup dan terbuka, kemudian dapat diolah sebagai kompos/pupuk..
- 2) Pengolahan terhadap limbah industri yang mengandung logam berat yang akan mencemari tanah, sebelum dibuang ke sungai atau ke tempat pembuangan agar dilakukan proses pemurnian.
- 3) Sampah zat radioaktif sebelum dibuang, disimpan dahulu pada sumur- sumur atau tangki dalam jangka waktu yang cukup lama sampai tidakberbahaya
- 4) Penggunaan pupuk, pestisida tidak digunakan secara sembarangan namun sesuai dengan aturan dan tidak sampai berlebihan.
- 5) Usahakan membuang dan memakai detergen berupa senyawa organik yang dapat dimusnahkan/diuraikan oleh mikroorganisme.

Langkah tindakan mencegah/mengurangi yang dapat dilakukan antara lain dengan cara

- 1) Kampanyekan atau sebarkan informasi konsep 3R yaitu Reduce, Recycle and Reuse.
- 2) Kurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia dalam kegiatan pertanian.
- 3) Hindari membeli barang kemasan karena akan menghasilkan sampah dan berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA).
- 4) Pastikan Anda tidak membuang sampah di tanah. Buanglah sampah pada tempatnya dengan benar.
- 5) Beli produk biodegradable atau yang dapat terurai secara alami di tanah.
- 6) Berkebun organik dan makan makanan organik yang ditanam tanpa menggunakan pestisida.
- 7) Buat tempat pembuangan sampah jauh dari daerah perumahan.

## **LIMBAH dan PENANGANANYA**

### **1.1 Pengertian Limbah**

Berdasarkan peraturan pemerintah (PP) No.18/1999 Jo.PP 85/1999, limbah didefinisikan sebagai sisa/ buangan dari suatu usaha dan/atau kegiatan manusia. Limbah dapat menimbulkan dampak negatif apabila jumlah atau konsentrasinya di lingkungan telah melebihi baku mutu.

Menurut UU RI No. 23 tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup mendefinisikan baku mutu lingkungan sebagai ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Dengan kata lain baku mutu lingkungan adalah ambang batas/batas kadar maksimum suatu zat atau komponen yang diperbolehkan berada di lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif. Jenis limbah yang berbeda dapat memiliki baku mutu yang berbeda di lingkungan.

### **1.2 Pengelompokan Limbah**

#### **1. Pengelompokan Berdasarkan jenis senyawa**

Didasarkan pada ada atau tidak ada atom Karbon (C); maka dibedakan atas:

##### **a. Limbah Organik**

Berdasarkan pengertian secara kimiawi, limbah organik merupakan segala limbah yang mengandung unsur karbon (C), sehingga meliputi limbah dari makluk hidup, kertas, plastik, dan karet. Namun secara teknis, sebagian orang mendefinisikan limbah organik sebagai limbah yang berasal dari makluk hidup (alami) dan sifatnya mudah busuk.

##### **b. Limbah Anorganik**

Berdasarkan pengertian secara kimiawi, limbah anorganik meliputi segala limbah yang tidak mengandung unsur karbon, seperti logam, kaca, dan pupuk anorganik. Secara teknis, limbah anorganik didefinisikan sebagai segala limbah yang tidak dapat atau sulit terurai/busuk secara alami oleh mikroorganisme pengurai. Dalam

hal ini, bahan organik seperti plastik, kertas dan karet juga dikelompokkan sebagai limbah anorganik. Bahan-bahan tersebut sulit diurai oleh mikroorganisme sebab unsur karbonnya membentuk rantai kimia yang kompleks dan panjang (polimer)

## 2. Pengelompokan berdasarkan wujud

- a. Limbah Cair; segala jenis limbah yang berwujud cairan, berupa air dan beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur (suspensi) maupun terlarut dalam air.
  - 1) Limbah cair domestik: rumah tangga, perkantoran, pasar, restoran
  - 2) Limbah cair industri limbah cair buangan industri-pengolahan makanan, tekstil, pewarnaan.
  - 3) Rembesan dan luapan yaitu limbah cair yang berasal dari berbagai sumber yang memasuki saluran pembuangan limbah cair melalui rembesan ke dalam tanah atau melalui luapan dari permukaan.
  - 4) Air hujan, limbah cair yang berasal dari aliran air hujan diatas permukaan tanah.
- b. Limbah Padat, merupakan limbah yang paling banyak terdapat di lingkungan yang disebut juga dengan sampah, secara umum, klasifikasi limbah padat menurut istilah teknis ada 6 kelompok:
  - 1) Sampah organik mudah busuk (*garbage*); limbah semi padat basah berupa bahan-bahan organik yang mudah membusuk atau terurai oleh mikroorganisme.
  - 2) Sampah anorganik dan organik tak membusuk (*rubbish*), yaitu limbah padat anorganik atau organik cukup kering yang sulit terurai oleh mikroorganisme, sehingga sulit membusuk. Contohnya, selulosa, kertas, plastik, kaca dan logam.
  - 3) Sampah abu (*ashes*), yaitu sampah padat berupa abu, biasanya hasil pembakaran. Sampah ini mudah terbawa angin karena ringan dan tidak membusuk.
  - 4) Sampah bangkai binatang (*dead animal*), yaitu semua limbah yang berupa bangkai binatang, seperti tikus, ikan, dan binatang ternak yang mati. Limbah ini relatif kecil jumlahnya, tetapi jika terjadi bencana alam sampah ini akan bermasalah karena mudah busuk dan bau.

- 5) Sampah sapuan (*street sweeping*), yaitu sampah padat hasil sapuan jalanan yang berisi berbagai sampah yang tersebar di jalanan, seperti dedaunan, kertas, dan plastik.
- 6) Sampah industri (*industrial waste*), yaitu semua limbah padat yang berasal dari buangan industri. Komposisi sampah ini tergantung dari jenis industrinya. Semakin banyak industri yang berdiri akan semakin besar dan beragam sampahnya.

c. Limbah Gas;

Di udara, terkandung unsur-unsur kimia seperti  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ , dll. Penambahan gas ke udara melampaui kandungan udara alami akan menurunkan kualitas udara. Tingkat kualitas udara tergantung pada jenis limbah gas, volume yang lepas, dan lamanya limbah berada di udara. Jangkauan persebaran limbah gas melalui udara dapat meluas karena faktor cuaca dan iklim. Limbah gas yang dibuang ke udara biasanya juga mengandung partikel-partikel bahan padatan (misalnya abu) atau cairan (misalnya tetes asam sulfat) yang berukuran sangat kecil dan ringan sehingga bersuspensi dengan gas-gas tersebut. Partikel bahan padatan atau cairan ini biasa disebut sebagai materi partikulat

Beberapa macam limbah gas yang umumnya ada di udara :

No	Jenis	Keterangan
1	Karbon Monoksida ( $CO$ )	Gas tidak berwarna, tidak berbau
2	Karbon Dioksida ( $CO_2$ )	Gas tidak berwarna, tidak berbau
3	Nitrogen Oksida ( $NO_x$ )	Gas berwarna dan berbau
4	Sulfur Oksida ( $SO_x$ )	Tidak berwarna dan berbau tajam
5	Asam Klorida ( $HCl$ )	Berupa uap
6	Amonia ( $NH_3$ )	Gas tidak berwarna, berbau
7	Metana ( $CH_4$ )	Gas berbau
8	Hidrogen Fluorida ( $HF$ )	Gas tidak berwarna
9	Nitrogen Sulfida ( $NS$ )	Gas berbau
10	Klorin ( $Cl_2$ )	Gas berbau

3. Pengelompokan berdasarkan sumber

Jika berdasarkan sumbernya limbah dikelompokkan menjadi 5 yaitu :

a. Limbah Pemukiman

Limbah pemukiman disebut juga limbah rumah tangga atau limbah domestic.

Limbah rumah tangga merupakan limbah yang berasal dari dapur, kamar mandi, air cucian, dan kotoran manusia. Limbah yang berasal dari rumah tangga khususnya di kota besar jumlahnya mencapai lebih dari 80%. Limbah domestic dibagi menjadi dua kelompok yaitu (1) limbah cair domestik yang berasal dari air cucian: sabun, detergen, dan minyak (2) limbah cair domestik yang berasal dari kakus: kotoran manusia dan air seni.

b. Limbah Pertanian

Limbah pertanian terutama berasal dari kegiatan pemupukan dan pemberantasan hama. Pemupukan bertujuan untuk menambah kesuburan tanah. Tetapi penggunaan pupuk yang berlebihan dapat mengakibatkan pertumbuhan gulma. Pestisida merupakan bahan beracun yang digunakan untuk membunuh makhluk hidup yang mengganggu tanaman, hewan, dan sebagainya. Pestisida dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu pestisida yang mudah hancur (larut) dan pestisida yang sukar larut. Pestisida yang diberikan pada tanaman biasanya digunakan bersama bahan-bahan lainnya. Pemberian pestisida untuk memberantas hama mengakibatkan akumulasi pada sayuran dan buah yang dapat membahayakan kesehatan orang yang mengkonsumsinya.

c. Limbah Industri

Limbah ini dihasilkan atau berasal dari hasil produksi oleh pabrik atau perusahaan tertentu. Limbah ini mengandung zat yang berbahaya diantaranya asam anorganik dan senyawa organik, zat-zat tersebut jika masuk ke perairan maka akan menimbulkan pencemaran yang dapat membahayakan makhluk hidup pengguna air tersebut misalnya, ikan, bebek dan makhluk hidup lainnya termasuk juga manusia.

d. Limbah Pertambangan

Pada proses penambangan misalnya pada pertambangan emas dan perak, diperlukan raksa (Hg) atau merkuri untuk memisahkan logam berharga dan perak

dari batu-batuan dan tanah. Pada proses penambangan tersebut dihasilkan limbah logam berat cair. Logam berat memiliki sifat beracun dan bersifat akumulatif. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia tidak dapat dikeluarkan lagi oleh manusia. Sehingga semakin lama semakin meningkat (terakumulasi). Dalam jumlah yang relatif kecil belum dapat dilihat pengaruh negatifnya. Tetapi jika jumlahnya cukup besar mulai terlihat pengaruh negatifnya dalam tubuh manusia.

e. Limbah Medis

Limbah yang berasal dari dunia kesehatan atau limbah medis mirip dengan limbah domestic pada umumnya. Obat-obatan dan beberapa zat kimia adalah contoh limbah medis. Tetapi ada beberapa jenis limbah medis yang memerlukan penanganan secara khusus dan memerlukan biaya yang cukup mahal untuk menanganinya. Misalnya limbah yang berpotensi untuk menimbulkan penularan penyakit, maka perlu cara khusus untuk mengatasinya yaitu dengan cara non-insenerator sehingga mampu mendisinfeksi limbah medis

### **3.3. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)**

Definisi bahan berbahaya dan beracun (B3) menurut PP RI no, 18/1999 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun adalah sisa suatu kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, yang karena sifat atau konsentrasinya, baik secara langsung maupun tak langsung merusak lingkungan hidup, kesehatan, maupun manusia. Limbah B3 dapat diklasifikasikan sebagai zat atau bahan yang mengandung satu atau lebih senyawa.

Zat atau bahan tersebut di atas diklasifikasikan sebagai limbah B3 karena memenuhi satu atau lebih karakteristik limbah B3 berikut :

1. Limbah mudah meledak, yaitu limbah yang pada suhu dan tekanan standar (25°C, 760 mmHg) dapat meledak atau melalui reaksi kimia dan/atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitarnya.
2. Limbah mudah terbakar, yaitu limbah yang memiliki salah satu sifat berikut:

- a. Limbah berupa cairan yang mengandung alkohol kurang dari 24% volume dan/atau pada titik nyala tidak lebih dari 60° C (140° F) akan menyala apabila terjadi kontak dengan api, percikan api, atau sumber nyala lain pada tekanan udara 760mmHg.
  - b. Limbah bukan cairan, yang pada temperatur dan tekanan standar (25°C, 760 mmHg) dapat mudah menyebabkan kebakaran melalui gesekan, penyerapan uap air, atau perubahan kimia secara spontan dan apabila terbakar dapat terbakar terus menerus.
  - c. Merupakan limbah yang bertekanan yang mudah terbakar.
  - d. Merupakan limbah pengoksidasi.
3. Limbah yang bersifat reaktif, yaitu limbah yang mempunyai salah satu sifat berikut :
- a. Pada keadaan normal tidak stabil dan dapat menyebabkan perubahan tanpa peledakan.
  - b. Dapat bereaksi hebat dengan air.
  - c. Apabila bercampur dengan air berpotensi menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, uap, atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.
  - d. Sianida, sulfida, atau amonia yang pada kondisi pH antara 2 dan 12,5 dapat menghasilkan gas, uap, atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi manusia dan lingkungan.
  - e. Dapat mudah meledak atau bereaksi pada suhu dan tekanan standar
  - f. Menyebabkan kebakaran karena melepas atau menerima oksigen atau limbah organik peroksida yang tidak stabil dalam suhu tinggi.
4. Limbah beracun, yaitu limbah yang mengandung pencemar yang bersifat racun bagi manusia atau lingkungan yang dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, kulit, atau mulut.
5. Limbah yang menyebabkan infeksi, yaitu limbah kedokteran (misalnya bagian tubuh manusia yang diamputasi atau cairan dari tubuh manusia yang terinfeksi), limbah laboratorium, atau limbah lainnya yang terinfeksi kuman penyakit yang dapat menular.
- a. Limbah bersifat korosif, yaitu limbah yang mempunyai salah satu sifat berikut

- b. Menyebabkan iritasi (terbakar) pada kulit.
- c. Menyebabkan proses pengkaratan pada lempeng baja
- d. Mempunyai pH sama atau kurang dari 2 untuk limbah yang bersifat asam dan sama atau lebih besar dari 12,5 untuk yang bersifat basa.

Diklasifikasikan sebagai limbah B3 karena mempunyai salah satu atau lebih karakteristik limbah B3 berikut:

- Mudah meledak (eksplosive);
- Pengoksidasi (oxidizing);
- Amat sangat mudah terbakar (extremely flammable);
- Sangat mudah terbakar (highly flammable);
- Mudah terbakar (flammable);
- Amat sangat beracun (extremely toxic);
- Sangat beracun (highly toxic);
- Berbahaya (harmful);
- Korosif (corrosive);
- Bersifat mengiritasi (irritant);
- Berbahaya bagi lingkungan (dangerous to the environment);
- Karsinogenik/dapat menyebabkan kanker (carcinogenic);
- Teratogenik/dapat menyebabkan kecacatan janin (teratogenic);
- Mutagenik/dapat menyebabkan mutasi (mutagenic).

Yang termasuk limbah B3 antara lain adalah bahan baku yang berbahaya dan beracun yang tidak digunakan lagi karena rusak, sisa kemasan, tumpahan, sisa proses, dan oli bekas kapal yang memerlukan penanganan dan pengolahan khusus. Contoh limbah B3 lainnya adalah logam berat, antara lain:

1. Merkuri/Raksa (Hg), berwarna perak, berwujud cair pada suhu kamar dan jika dipanaskan akan mudah menguap. Raksa dapat dihasilkan dari industri metalurgi, pabrik kimia, pabrik tinta, pabrik kertas, pabrik tekstil.

2. Kromium (Cr), merupakan logam keras berwarna abu-abu yang sukar dioksidasi meskipun pada suhu tinggi. Kromium dihasilkan oleh industri metalurgi dan industri kimia.
3. Cadmium (Cd), merupakan bahan alami yang terdapat pada kerak bumi. Cadmium murni berupa logam warna putih perak. Cadmium jarang ditemukan sebagai cadmium murni. Lebih sering ditemukan sebagai kombinasi unsure lain seperti oksigen, klorin, atau belerang. Cadmium dihasilkan oleh produk sampingan pengecoran seng dan tembaga, industri baterai, dan industri plastik.
4. Tembaga (Cu), merupakan logam berwarna kemerah-merahan. Tembaga dipakai sebagai logam murni atau logam campuran dalam pabrik kawat, pelapis logam, dan pipa.
5. Timbal hitam (Pb), dihasilkan oleh pabrik kertas, percetakan, peleburan timah, kendaraan bermotor, dan pabrik cat.
6. Nikel (Ni), merupakan logam berwarna perak. Nikel di atmosfer dihasilkan oleh pembakaran BBM, pertambangan, penyulingan minyak, dan insenerator.
7. Arsen, berwarna abu-abu. Penggunaan terbesar adalah untuk pestisida.

Yang termasuk limbah B3 lainnya adalah limbah radioaktif. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 27 Tahun 2002, yang dimaksud limbah radioaktif adalah zat radioaktif dan atau bahan serta peralatan yang telah terkena zat radioaktif atau menjadi radioaktif karena pengoperasian instalasi nuklir atau instalasi yang memanfaatkan radiasi pengion yang tidak digunakan lagi. Limbah radioaktif dihasilkan dari proses nuklir misalnya dari proses fisi nuklir. Limbah radioaktif dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Limbah radioaktif tingkat rendah, merupakan limbah radioaktif dengan aktivitas di atas tingkat normal (*clearance level*) tetapi berada di bawah tingkat sedang. Jenis limbah ini tidak memerlukan penahan radiasi selama penanganan dalam keadaan normal dan pengangkutan.

2. Limbah radioaktif tingkat sedang, merupakan limbah radioaktif dengan aktivitas di atas tingkat rendah tetapi berada di bawah tingkat tinggi. Meskipun tidak memerlukan pendingin, limbah radioaktif jenis ini memerlukan penahan radiasi selama penanganannya dalam keadaan normal dan pengangkutan.
3. Limbah radioaktif tingkat tinggi, merupakan limbah radioaktif dengan tingkat aktivitas di atas tingkat sedang. Limbah jenis memerlukan pendingin dan penahan pada keadaan normal dan pengangkutan, termasuk bahan bakar nuklir bebas