

MODUL PEMBELAJARAN
TOKSIKOLOGI INSUDTRI

KODE: PP219
2 SKS
SEMESTER GENAP (2)
PEMINATAN K3



Oleh:

Dr.Herniwanti.S.Pd,Kim.M.S

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
STIKES HANG TUAH PEKANBARU
2021

A. PENDAHULUAN

Mata Kuliah Toksikologi Industri adalah ilmu yang membahas mengenai toksikologi dan cabang-cabang ilmunya, khususnya mengenai dasar-dasar toksikologi, toksikologi industry, toksikologi lingkungan,. Juga mempelajari tentang penyakit akibat kerja serta pengenalan bahan kimia berbahaya dan efeknya kepada manusia. Mahasiswa juga membahas tentang kasus-kasus toksikologi industry, pengenalan dan cara pencegahannya dan juga bisa mengidentifikasi kasus toksikologi industri yang ada di lingkungan mereka untuk menjaga kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Kegiatan pembelajaran meliputi perkuliahan dengan berbagai pendekatan dan metode yang banyak melibatkan mahasiswa, seperti diskusi, kegiatan bedah jurnal yang berhubungan dengan toksikologi industri untuk belajar mengidentifikasi masalah toksikologi industri di masyarakat, pembuatan outline proposal penelitian yang berhubungan dengan toksikologi industri yang idenya dari jurnal yang sesuai sebagai latihan untuk melakukan penelitian di bidang toksikologi industri untuk penelitian tesis nantinya.

B. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN

1. Sikap

1. Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.
2. Memiliki moral, etika dan kepribadian yang baik di dalam menyelesaikan tugasnya.
3. Mampu bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial dan kepedulian yang tinggi terhadap masyarakat dan lingkungannya.

4. Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, kepercayaan, dan agama serta pendapat/temuan original orang lain.
5. Menjunjung tinggi penegakan hukum serta memiliki semangat untuk mendahulukan kepentingan bangsa serta masyarakat luas.
6. Mampu melaksanakan tugas sederhana, terbatas, bersifat rutin
7. Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri.

2. Pengetahuan

Ruang Lingkup pengetahuan yang didapatkan oleh mahasiswa dalam Mata Kuliah Toksikologi Industri adalah: mampu menjelaskan pengertian dan histori toksikologi industri, pengembangan ilmu toksikologi, ekotoksikologi dan indikator baku mutu lingkungan, pengenalan bahan kimia dan klasifikasi toksisitas, penilaian toksisitas industri. Pengaruh bahan kimia terhadap manusia dan efek toksisitas pada tubuh manusia, beragam penyakit akibat kerja di dunia industri. Limbah B3 dan toksisitasnya, berbagai macam contoh – contoh kasus toksikologi industri, kesehatan lingkungan industry (manajemen dan penilaian), kesehatan lingkungan industri lanjutan (nilai ambang batas dan bahaya potensial), penyehatan makanan dan minuman industri. Toksikologi lingkungan dan kesehatan masyarakat, toksikologi experimental, bedah jurnal mengenai toksikologi industri, dan mengambil ide untuk riset.

3. Keterampilan Umum

1. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang kesehatan masyarakat khususnya bidang Toksikologi Industri;
2. Mampu melakukan validasi akademik atau kajian sesuai bidang K3 dan Kesling dalam menyelesaikan masalah Toksikologi Industri di tempat kerja melalui pengembangan pengetahuan dan keahliannya;
3. Mampu menyusun ide, hasil pemikiran, dan argumen saintifik secara bertanggung jawab dan berdasarkan etika akademik, serta mengkomunikasikannya melalui media kepada masyarakat akademik dan masyarakat luas.

4. Keterampilan Khusus

Mampu menerapkan menganalisa Toksikologi Industri dalam lingkup K3 dan Kesling.

C. CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH

1. Mampu menguasai dan memahami history toksikologi industri , pengembangan ilmu toksikologi,
2. Mampu menjelaskan, memahami Ekotoksikologi dan Indikator Baku Mutu Lingkungan,

3. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Ekotoksikologi dan Indikator Baku Mutu Lingkungan,
4. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan pengembangan Ilmu toksikologi dan Klasifikasi Bahan Kimia dan Toksisitasnya,
5. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Penilaian Toksisitas Industri,
6. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Pengaruh bahan kimia terhadap manusia dan Efek Toksisitas pada tubuh manusia,
7. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Beragam Penyakit Akibat Kerja di Dunia Industri,
8. Mampu menguasai dan memahami Limbah B3 dan Toksisitasnya.
9. Mampu menjelaskan, memahami Berbagai Macam Contoh – Contoh Kasus Toksikologi Industri,
10. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Kesehatan Lingkungan Industri,
11. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Kesehatan Lingkungan Industri Lanjutan,
12. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Penyehatan Makanan Dan Minuman Industri,
13. Mampu memahami, menguasai dan menjelaskan Toksikologi Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat, Toksikologi Experimental,

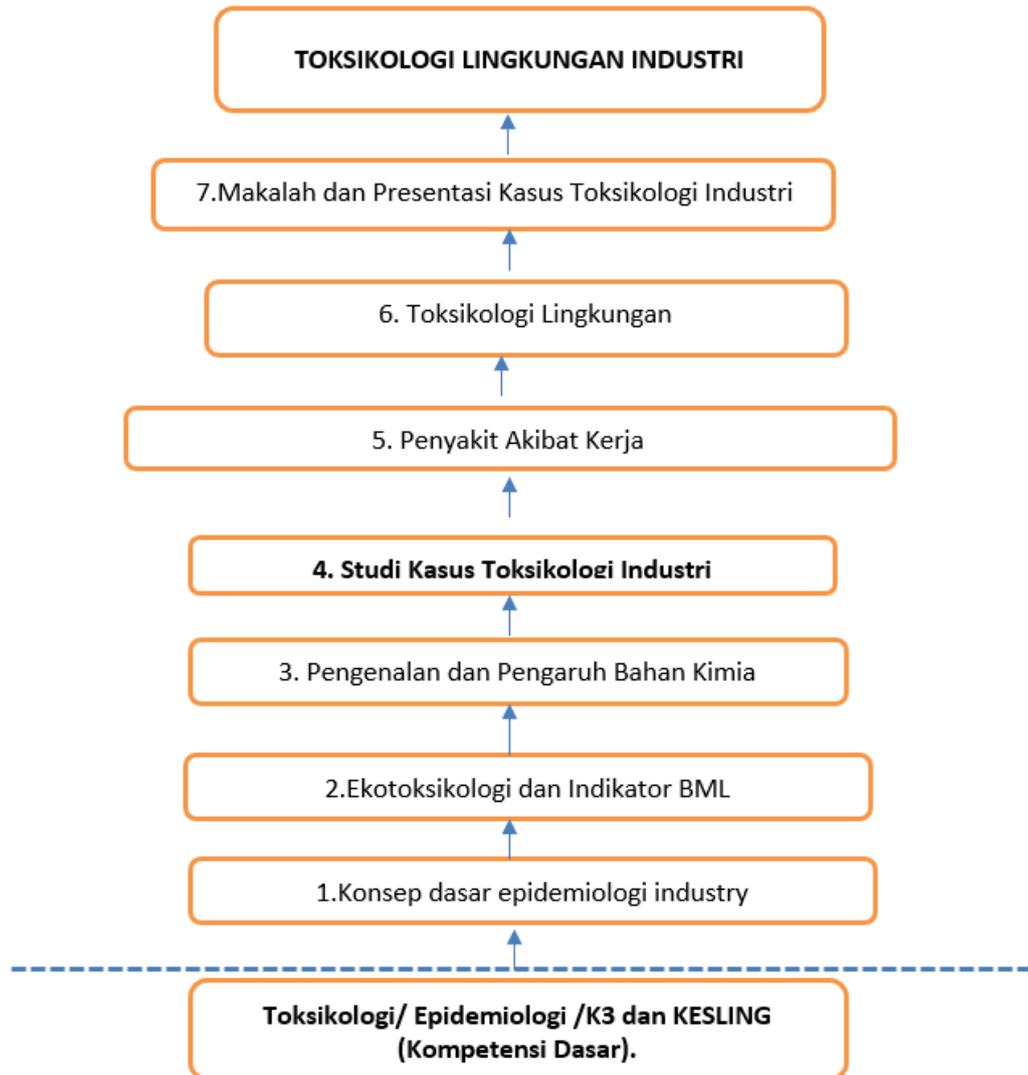
14. Mampu membuat makalah dan mempresentasikan Jurnal mengenai Toksikologi Industri, dan mengambil ide untuk riset yang bisa dikembangkan berikutnya.

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN

1.KONTRAK BELAJAR

Tanggal / Hari	Jam	Pertemuan	Kemampuan Akhir yang diharapkan
Jumat	14.00 – 17.00	Pertemuan 1	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa memahami Rencana Pembelajaran Semester Toksikologi Industri dan aturan perkuliahan. • Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan pengertian dan history toksikologi industri • Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan yang dimaksud dengan Ekotoksikologi dan Indikator Baku Mutu Lingkungan
		Pertemuan 2	
		Pertemuan 3	
Sabtu	08.00 –16.00	Pertemuan 4	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa dapat memahami pengembangan Ilmu toksikologi dan Klasifikasi Bahan Kimia dan toksisitasnya. - Mahasiswa dapat memahami Penilaian Toksisitas Industri. - Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Pengaruh bahan kimia terhadap manusia dan Efek Toksisitas pada tubuh manusia - Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Beragam Penyakit Akibat Kerja di Dunia Industri - UAS (25%)
		Pertemuan 5	
		Pertemuan 6	
		Pertemuan 7	
Jumat	14.00 – 17.00	Pertemuan 9	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Limbah B3 dan Toksisitasnya. • Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan berbagai macam contoh – contoh kasus toksikologi industri • Mahasiswa dapat menjelaskan mengenai kesehatan lingkungan industri.
		Pertemuan 10	
		Pertemuan 11	
Sabtu	08.00 –16.00	Pertemuan 12	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa dapat menjelaskan mengenai kesehatan lingkungan industri (lanjutan). - Mahasiswa dapat menjelaskan mengenai penyehatan makanan dan minuman Industri. - Mahasiswa dapat memahami & menjelaskan Toksikologi Lingkungan & Toksikologi Experimental - Mahasiswa mampu mempresentasikan Jurnal mengenai Toksikologi Industri, dan mengambil ide untuk riset yang bisa dikembangkan berikutnya Makalah (15%) - UAS dan Keaktifan dalam Kuliah (50%)
		Pertemuan 13	
		Pertemuan 14	
		Pertemuan 15	
		Pertemuan 16	

2. REKONSTRUKSI MATA KULIAH



D. MATERI PEMBELAJARAN

MATERI 1

KONSEP DASAR TOKSIKOLOGI dan PENGEMBANGAN ILMUNYA.

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan pengertian dan histori toksikologi industri , pengembangan ilmu toksikologi
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam diskusi.

Toksikologi merupakan ilmu yang mempelajari pengaruh merugikan suatu zat/bahan kimia pada organisme hidup atau ilmu tentang racun. Toksikologi merupakan cabang ilmu *science* yang mempelajari tentang efek negatif bahan kimia terhadap makhluk hidup. Efek negatif yang dimaksud yaitu menyimpang dari kondisi normal (paling bahaya adalah efek molekular sebagai dasar terbentuknya kanker).

Toksikologi industri membahas tentang berbagai bahan beracun yang digunakan, diolah atau dihasilkan oleh industri. Toksikologi industri adalah salah satu cabang ilmu toksikologi yang menaruh perhatian pada pengaruh pemajanan bahan-bahan yang dipakai dari sejak awal sebagai bahan baku, proses produksi, hasil produksi beserta penanganannya terhadap tenaga kerja yang bekerja di unit produksi tersebut. Toksikologi industri membahas tentang berbagai bahan beracun yang digunakan diolah atau dihasilkan oleh industri.

A. PENGERTIAN DAN HISTORI TOKSIKOLOGI INDUSTRI

Latar belakang dari toksikologi industri berasal dari kemajuan teknologi meningkat maka penggunaan bahan kimia dalam industri maupun kehidupan sehari-hari semakin meningkat. Disamping bermanfaat bahan kimia juga berpengaruh negatif terhadap manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan maupun lingkungan.

Tujuan dari toksikologi untuk mendapatkan perlindungan, memelihara lingkungan dari kemungkinan efek buruk dari penggunaan zat kimia, menolong orang yang mengalami keracunan, penggunaan obat lebih tepat, Memahami dengan lebih mendalam tentang efek zat kimia kepada manusia.

Histori dari Toksikologi Industri

Swiss physician Paracelsus (1493-1541) dinobatkan menjadi *“the father of modern toxicology.”* *“All substances are poisons: there is none which is not a poison. Semua zat adalah racun: tidak ada satu pun yang bukan racun. The right dose differentiates a poison from a remedy.”* Dosis yang tepat membedakan racun dari obat. Aspek kuantitas atau jumlah /dosis sangat menentukan dalam menilai toksisitas suatu zat, seperti yang diungkapkan oleh Paraceleus (1493-1541) bahwa *“All substances are poison, there is none which is not poison, the right dose differentiates a poison or a remedy”*.

Philosophy

Suatu bahan kimia yang tidak beracun bisa menjadi beracun pada dosis tinggi. (Terlalu banyak sesuatu yang baik menjadi jelek). Contoh: Makan dan minum berlebihan. Bahan kimia berdaya racun tinggi bisa aman untuk kehidupan ketika diberikan dalam dosis yang sesuai. (Racun tidak berbahaya pada dosis rendah). Contoh: Ganja dengan dosis tertentu.

Toksikologi adalah Ilmu yang mempelajari sumber, sifat, khasiat, gejala-gejala keracunan, dosis terapi dan lethal serta temuan pada otopsi kasus yang meninggal dari suatu zat atau racun. Beberapa pengertian yang berhubungan dengan Toksikologi:

BAHAN KIMIA

Unsur kimia dan senyawanya serta campurannya, baik yang bersifat alami maupun sintetis

RACUN (TOKSIN)

Bahan/senyawa yang dalam jumlah relatif sedikit dapat membahayakan kesehatan manusia.

TOKSISITAS

Kemampuan suatu zat untuk menimbulkan keracunan pada makhluk hidup.

TOKSIKAN - RACUN

Zat kimia dalam jumlah tertentu (dosis dan konsentrasi) dapat merusak organisme hidup. Sangat beracun bila zat tersebut diserap cepat oleh tubuh tetapi metabolisme atau ekskresinya lambat.

Penggolongan Racun dapat berbagai macam:

- Sumber [Tumbuh- tumbuhan/Hewan/mineral/sintetik],

- Tempat [Alam/rumah tangga/ pertanian/ industri/ Laboratroyum],
- Organ Tubuh,
- Mekanisme dan cara kerja.

Contoh: opium, cocain, ganja, CO, CN, As, Pb, Alkohol, Barbiturat, Morfin, Insektida,

Klasifikasi Bahan Beracun dapat juga berdasarkan:

1. Berdasarkan penggunaan bahan: solvent, aditif makanan dll,
2. Berdasarkan target organ: hati, ginjal, paru, system haemopoetik,
3. Berdasarkan fisiknya : gas, debu, cair, fume, uap dsb,
4. Berdasarkan kandungan kimia: aromatic amine, hidrokarbon dll,
5. Berdasarkan toksisitasnya: Ringan, sedang dan berat,
6. Berdasarkan fisiologinya: iritan, asfiksian, karsinogenik dll.

Toksikan vs Zat Racun

Toksikan → alamiah dan buatan manusia

Zat racun → diproduksi oleh tumbuhan, hewan atau bakteri.



Phytotoxins
Zootoxins
Bacteriotoxins



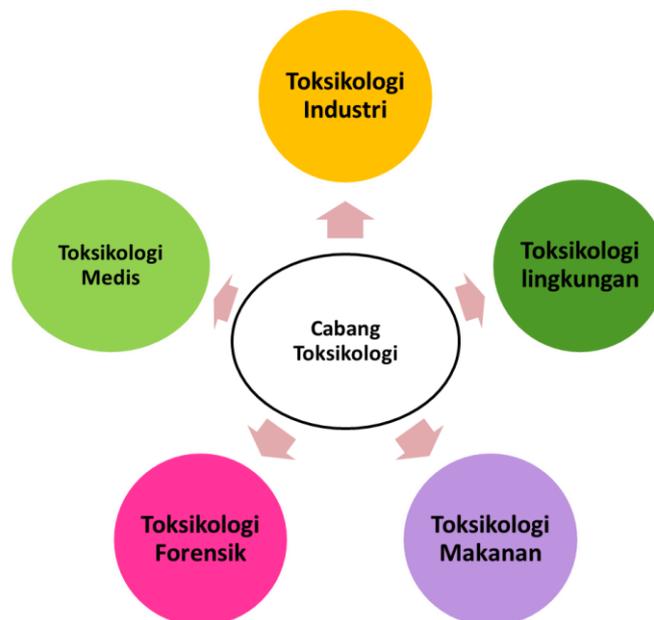


Bentuk sediaan bahan kimia, ada yang berbentuk padat, cair dan gas. Di era industrialisasi: peningkatan penggunaan bahan kimia berbahaya sangat tinggi sesuai dengan banyaknya industry kimia yang menopang industri-industri baru.

B. PENGEMBANGAN ILMU TOKSIKOLOGI

Menurut ILO (1983) toksikologi adalah : *“Interdisciplinary science concern with the working and living environment”*, sehingga dikenal juga cabang keilmuan lain seperti *“Industrial Toxicology”*, *“Neuro Behavioural Toxicology”*, *“Clinical Toxicology”*, *“Environmental Toxicology”*.

Cabang Ilmu Toksikologi



Cabang Ilmu Toksikologi	Sub Cabang
Toksikologi Lingkungan	1. Toksikologi Lingkungan 2. Toksikologi Industri
Toksikologi Ekonomi	1. Toksikologi Pertanian

	2.Toksikologi Hama & 3.Toksikologi Pestisida
ToksikologiKehakiman/Kedokteran Kehakiman	1.Farmakologi

Perkembangan cabang ilmu toksikologi antara lain:

1. Farmako Toksikologi: Farmako toksikologi diperlukan untuk penelitian terhadap daya racun obat-obatan, merupakan ilmu toksikologi tertua.
2. Toksikologi makanan dan kosmetika: Untuk memenuhi kebutuhan pengawetan dan penyimpanan, agar produksi pangan dan kosmetika terus ditingkatkan.
3. Toksikologi Pestisida: Pestisida adalah racun yang sengaja dibuat oleh manusia untuk membunuh organisme pengganggu dan insekta penyebar penyakit. Perlu dilakukan penelitian agar pestisida spesifik membunuh organisme target dan tidak mengganggu lingkungan termasuk manusia.
4. Toksikologi Industri: Industri menggunakan bahan berbahaya dan beracun, maka perlu dilakukan penentuan NAB, TLV, MAC, berdasarkan jenis bahan yang digunakan.
5. Toksikologi Militer: Dalam berperang selain menggunakan senjata tajam juga menggunakan senjata kimia, biologis, dan fisis
6. Toksikologi Forensik: bidang ini adalah untuk mempelajari penyebab kematian seseorang Contoh Munir
7. Toksikologi Medis: Bidang yang mengembangkan uji coba obat baru terhadap organ manusia. Toksikologi medis dan eksperimental dalam uji

toksisitas berbagai obat baru dan/ atau zat racun yang akan digunakan baik di industri maupun di masyarakat umum.

8. Toksikologi Lingkungan: Semua zat buangan sisa metabolisme dan kehidupan manusia akan masuk ke lingkungan, maka perlu di kaji toksikologi di dalam lingkungan.

Toksikologi Lingkungan

Toksikan lingkungan (polutan air dan udara) adalah substansi yang membahayakan bagi lingkungan dan juga bagi manusia.

Persepsi publik bahwa buatan manusia serius dibanding yang natural - Nyatanya: keduanya sama serius.

Contoh Kasus:
5,000,000 setiap tahun mati diseluruh dunia akibat bacterial toxicants (*Salmonella, E. coli*)



Istilah Dalam Toksikologi Industri

- Ø DOSIS :Yaitu jumlah xenobiotik yang masuk ke dalam tubuh manusia
- Ø HUBUNGAN DOSIS DAN EFEK (Dose-Effect Relationship): Yaitu hubungan antara dosis dengan efek yang terjadi pada manusia
- Ø DOSE RESPONSE RELATIONSHIP: Yaitu hubungan antara dosis dan prosentase individu yang menunjukkan gejala tertentu/spesifik
- Ø EFEK ADITIF: Yaitu efek yang terjadi bila kombinasi dua atau lebih bahan kimia saling menguatkan

Ø MASA LATEN: Yaitu waktu antara pemaparan pertama dengan timbulnya gejala/respon

Ø EFEK SISTEMIK: Yaitu efek toksik pada jaringan seluruh tubuh

Ø TARGET ORGAN: Target organ adalah organ yang paling sensitif terhadap pajanan yang terjadi

Ø EFEK AKUT: Efek yang terjadi sesudah terpajan dalam waktu singkat (jam, hari)

Ø EFEK KRONIS: Efek yang terjadi setelah pajanan yang cukup lama (bulanan, tahunan)

Hubungan Dosis dan Respon : Toksisitas suatu zat atau respon suatu tubuh timbul tergantung pada kuantitas zat tersebut yang terkumpul pada organ tubuh. Selanjutnya konsentrasi dalam organ tubuh tergantung pada lama pemajanan sehingga dapat diketahui pula adanya hubungan sebab akibat antara dosis dan respon tubuh.

Pengertian Pajanan : Pajanan merupakan konsep yang penting dalam epidemiologi, karena pajanan itu sendiri adalah syarat bagi determinan penyakit untuk bisa menyebabkan penyakit atau memulai terjadinya infeksi.

Pemajanan atau yang biasa disebut keterpaparan adalah: suatu keadaan ketika pejamu atau host berada pada pengaruh ataupun berinteraksi dengan unsur penyebab, baik penyebab primer maupun sekunder atau dengan unsur lingkungan yang dapat mendorong proses terjadinya penyakit.

MATERI 2

EKOTOKSIKOLOGI DAN INDIKATOR BAKU MUTU LINGKUNGAN

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan yang dimaksud dengan Ekotoksikologi dan Indikator Baku Mutu Lingkungan,
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam diskusi.

Toksikologi adalah Ilmu yang menetapkan batas aman dari bahan kimia dan mempelajari kerusakan/cedera, efek & kerja kimia suatu materi substansi/energi, racun pada organisme. Sedangkan Toksikologi Lingkungan adalah ilmu yang mempelajari racun kimia dan fisik yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan menimbulkan pencemaran lingkungan.

A. EKOTOKSIKOLOGI

Ekotoksikologi adalah: Ilmu yang mempelajari racun kimia dan fisik pada makhluk hidup, khususnya populasi dan komunitas termasuk ekosistem, termasuk jalan masuknya agen dan interaksi dengan lingkungan.

Istilah lainnya:

- Toksin = Racun: Zat yang bila masuk dalam tubuh dalam dosis cukup, bereaksi secara kimiawi dapat menimbulkan kematian/kerusakan berat pada orang sehat, Zat yang dalam dosis kecil dapat mengakibatkan kerusakan pada jaringan hidup.

- Intosikasi = keracunan: Keadaan tidak normal akibat efek racun
- Toksisitas: Kemampuan racun menimbulkan kerusakan apabila masuk dalam tubuh atau organ yang rentan terhadapnya.
- Xenobiotik: Bahan asing bagi tubuh organisme (zat kimia), Racun termasuk xenobiotic.
- Ekokinetika: Kinetik atau gerak suatu racun di dalam ekosistem.
- Paparan/ Pemajanan: Pengetahuan tentang paparan adalah suatu faktor sebagai kausa penyakit berguna untuk mencegah dan mengendalikan penyakit pada populasi, dengan cara mengeliminasi, menghindari atau mengubah kausa. Pemajanan merupakan kontak antara manusia dengan komponen lingkungan yang memiliki potensi bahaya, sehingga dapat dikatakan bahwa pemajanan sama dengan keterpaparan. Dalam mempelajari angka kejadian dengan menggunakan pendekatan epidemiologi dikenal istilah pemajanan atau disebut juga keterpaparan.
- Polutan: Sifatnya bisa merusak untuk waktu sementara dan juga merusak dalam jangka waktu yang lama.

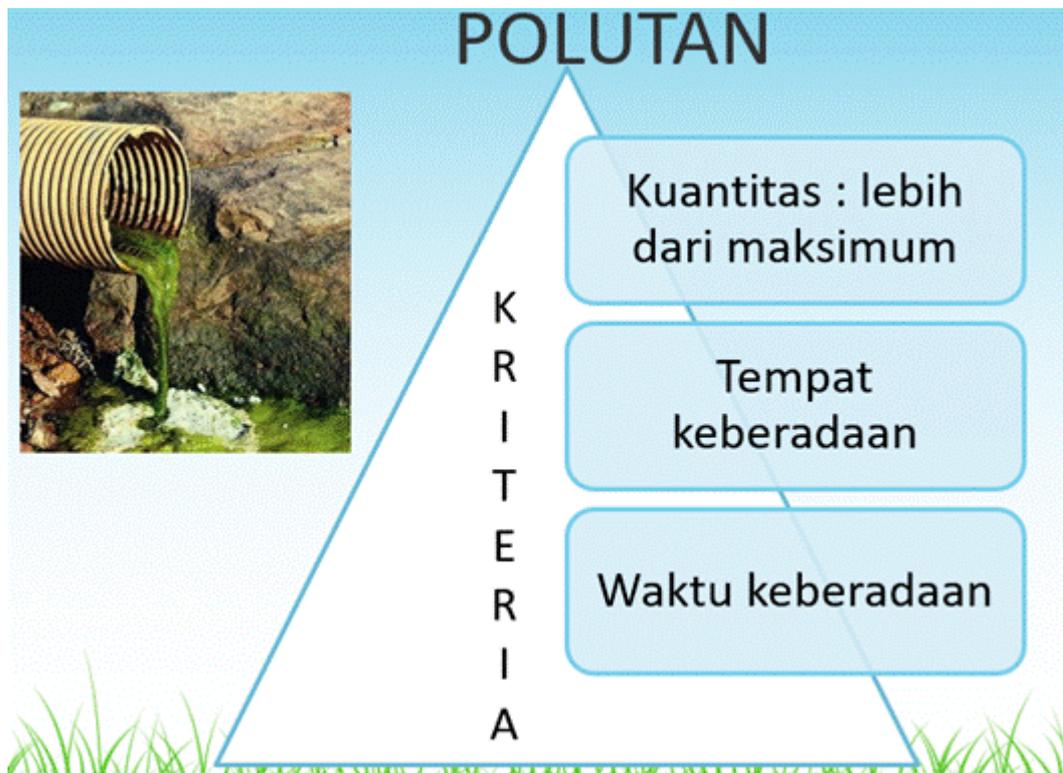


Gambar 2.1: Ilustrasi toksikologi lingkungan air oleh sampah.

Sumber: <http://arwiyo.blogspot.com/2012/01/pengertian-polutan.html>

Limbah dapat menjadi polutan bila:

1. Jumlahnya melebihi jumlah normalnya.
2. Berada pada tempat yang tidak semestinya.
3. Berada pada waktu yang tidak tepat



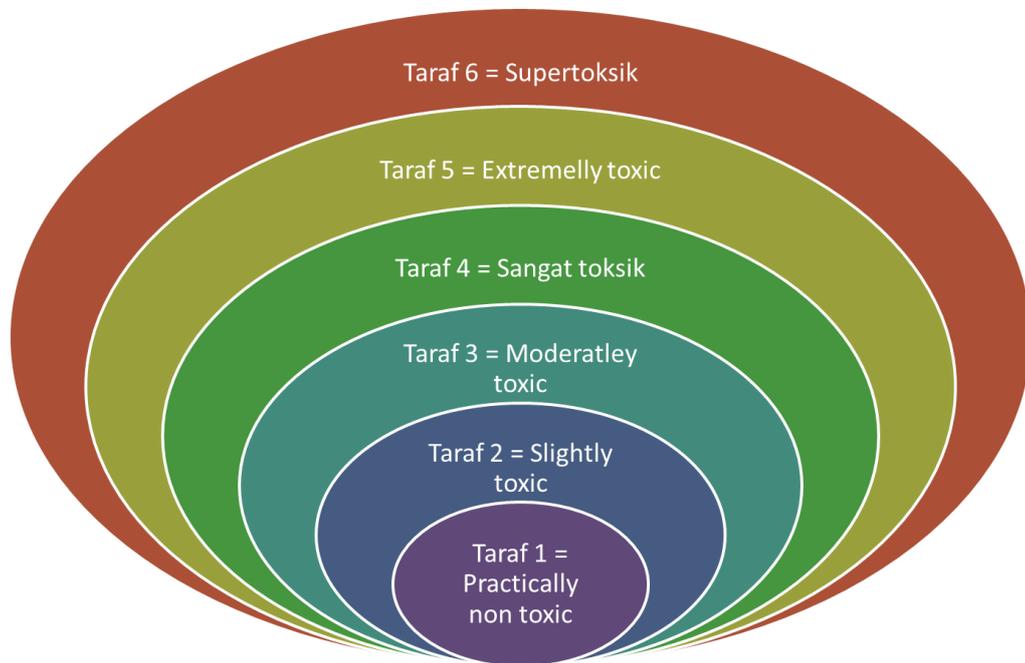
Gambar 2.2: Kriteria Polutan.

Sumber: <http://arwiyo.blogspot.com/2012/01/pengertian-polutan.html>

Taraf toksisitas polutan ditentukan oleh :

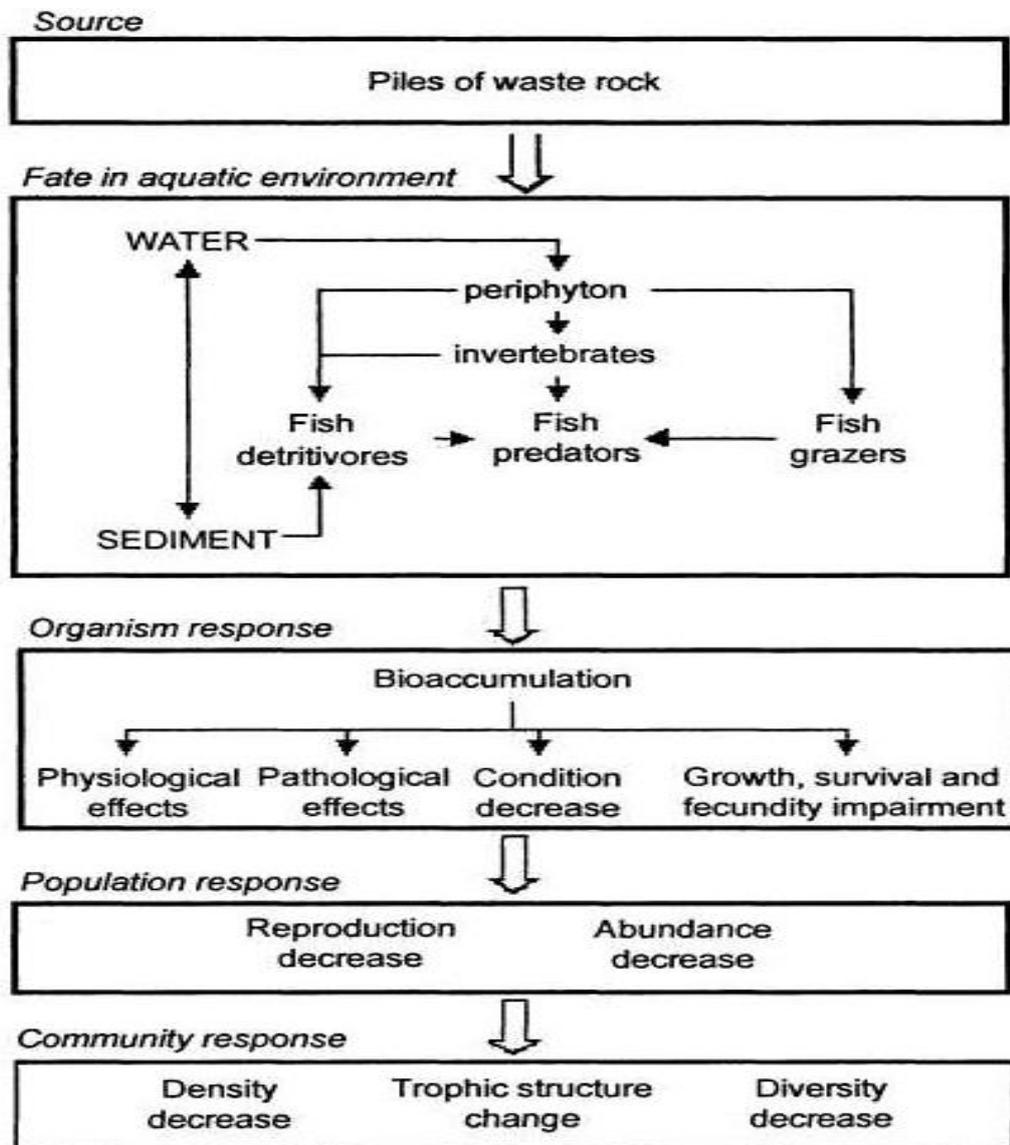
1. Jenis spesies uji,
2. Pola entri polutan,
3. Frekuensi dan lamanya paparan,
4. Konsentrasi polutan,
5. Bentuk, sifat kimia/fisika polutan,
6. Kerentanan spesies terhadap pencemar.

Taraf Toksisitas Polutan



Tabel 2.1 Jenis Polutan

Jenis Polutan:	Sub Jenis Polutan
1. Sifat	Biodegradable Non biodegradable
2. Bentuk	Padat Cair Gas
3. Bahan Pencemar	Kimiawi Biologi Fisik Suara
4. Tingkat Pencemaran	Ringan Kronis Akut

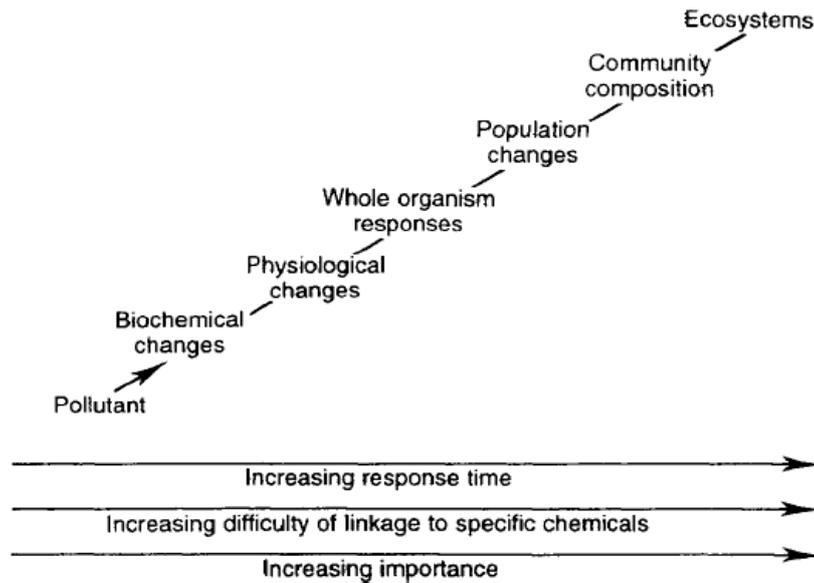


Gambar 2.3: Masuknya Polutan Dalam Ekosistem
 Sumber: (Puspitasari, 2007).

Mekanisme Karsinogenitas ada 2 macam:

- Epigenetik: pembentukan protein dalam sel, melalui tahap translasi dan transkripsi, bila terjadi kelainan pembentukan protein pada fase ini akan terjadi mutasi DNA--> neoplasma.

- Non Epigenetik: bahan kimia karsinogen masih memerlukan promotor (misal: DDT, klordan) untuk dapat menimbulkan efek neoplasma pada sel normal.

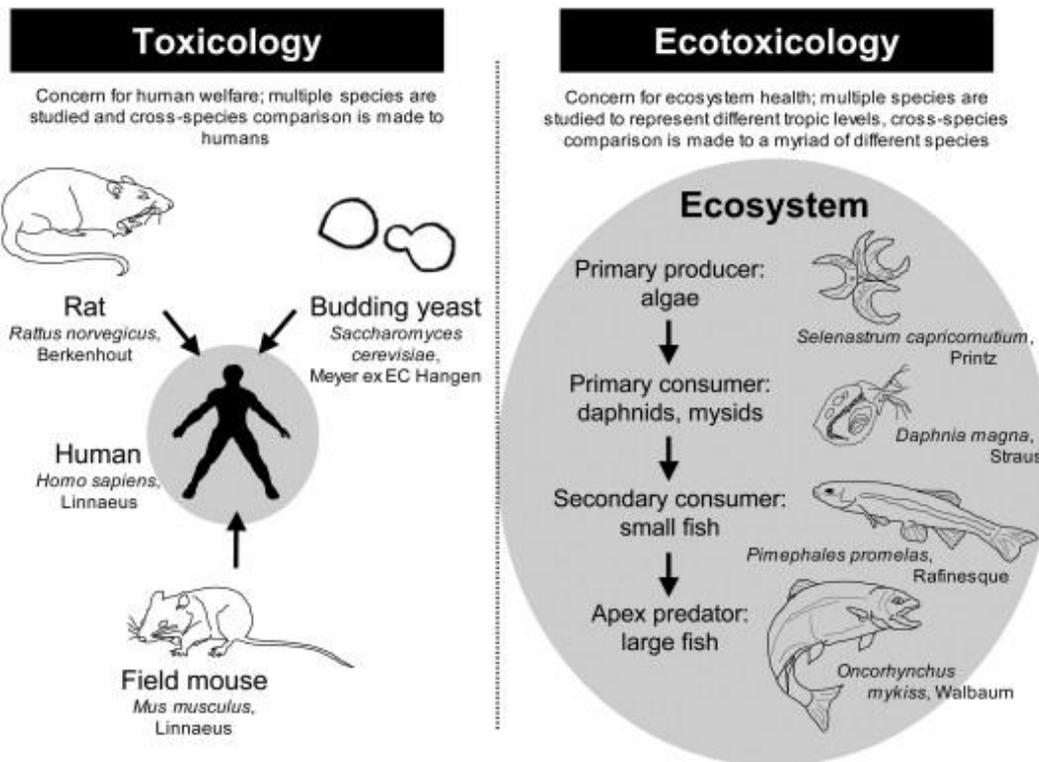


Gambar 2.4: Pentingnya Ekotoksikologi
Sumber: (Walker et al., 2001)

Perjalanan Bahan Toksik pada tubuh manusia:

1. Port d' entry: hidung, mulut, kulit, mukosa
2. Absorpsi: sal. cerna, kulit, paru-paru
3. Distribusi: darah barrier/sawar seluruh tubuh
4. Biotransformasi: hati, paru-paru, lambung, usus, kulit, ginjal
5. Ekskresi: urin, hati, paru-paru

Lama pemajanan terhadap tubuh manusia sangat mempengaruhi jumlah bahan kimia beracun masuk ke dalam tubuh.



Gambar 2.5: Toxicology Perbedaan Ekotoksikologi dan Toxicology
 Sumber: (Poynton et al., 2008).

Zat- zat toksik yang merusak fungsi tubuh manusia:

- Kulit : pelarut organic, arsenic, akrilics, epoxy resin, nickel, nitrogliserin,
- Paru2 : asbestos, silika, debu kapas, cadmium, emisi disel, khlorin, ammonia,
- Saluran Pencernaan : Pb, welding fume, nitrosamin, asbestos,
- Dalam sirkulasi darah : karbon monoksida, vinil chloride, triklor etilen, phospor.

B. INDIKATOR BAKU MUTU LINGKUNGAN (BML)

- BML (Baku Mutu Lingkungan) pada emisi: NAB/Nilai Ambang Batas (TLV/*Treshold Limit Value*)
- BML pada tempat kerja: NAB (TLV)
- BML di lingkungan: BML
- BML pada sistim biologis: BEI (*Biological Exposure Indices*)

Glossary

NAB	Nilai Ambang Batas
TLV	Threshold Limit Value
TWA	Time Weighed Average
STEL	Short Term Exposure Limit
PSD	Pemajanan Singkat Diperkenankan
C	Ceiling
KTD	Kadar Tertinggi Diperkenankan

Pengertian:

- Nilai Ambang Batas (NAB)
- *Threshold Limit Values Time Weighed Everage* (TLV TWA) adalah: Kadar bahan kimia di udara tempat kerja yang merupakan pedoman pengendalian agar pekerja masih dapat menghadapinya, diharapkan tidak mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan atau

kenikmatan kerja dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak boleh lebih dari 8 jam sehari dan 40 jam seminggu

- STEL (*Short term exposure limit*): maks 15 menit, 4 kali sehari
- Ceiling Limit (KTD): kadar tertinggi tidak diperkenankan

Kategori NAB:

NAB	Keterangan
TLV-TWA = Rata-rata selama jam kerja = NAB	Kadar pemaparan 8 jam/hari-40 jam seminggu, tanpa gangguan kesehatan/penyakit
TLV- STEL =Pemaparan singkat = PSD	Kadar pemaparan > 15 menit - < 4 jam/hari tanpa gangguan kesehatan, narkose
TLV-C = Tertinggi = KTD	Kadar tertinggi yang tidak boleh dilewati selama melakukan pekerjaan

Terdapat ribuan jenis bahan kimia yang dihasilkan dalam industri sehingga perlu diupayakan dalam mengurangi toksikologi nya adalah dengan cara:

1. Survei pendahuluan mengenal bahan kimia yang terdapat di industri,
2. Mengetahui proses produksi dengan mempelajari alur proses dan keluhan kesehatan oleh pekerja,
3. Mempelajari MSDS (*Material Safety Data Sheet*) atau Lembar Data Bahan Kimia. Note: yakni suatu dokumen teknik yang memberikan informasi tentang komposisi karakteristik, bahaya fisik dan potensi bahaya kesehatan cara penanganan dan penyimpanan bahan yang aman.

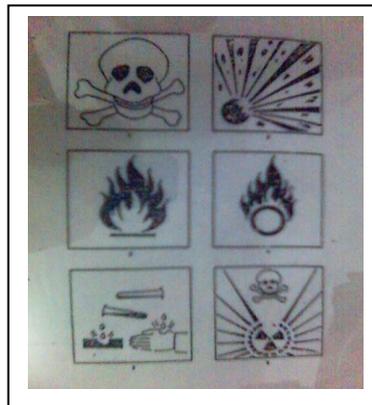
Threshold Limits Values

	TLV-TWA (ppm)
Carbon Monoxide:	50
Chlorine:	0.5
Formaldehyde:	1
Methyl Alcohol:	200
Methyl Ethyl Ketone:	200
Phosgene:	0.1
Turpentine:	100

ppm: parts per million by volume

Gambar Tanda Bahaya Bahan Kimia:

1. Bahaya keracunan
2. Bahaya ledakan
3. Bahaya kebakaran
4. Bahaya oksidasi
5. Bahaya korosi
6. Bahaya radiasi mengion



Approximate Lethal Doses of Common Chemicals (Calculated for a 160 lb. human from data on rats)	
Chemical	Lethal Dose
Sugar (sucrose)	3 quarts (3 x 0,9 ltr)
Alcohol (ethyl alcohol)	3 quarts
Salt (sodium chloride)	1 quart
Herbicide (2, 4-D)	one half cup
Arsenic (arsenic acid)	1-2 teaspoons
Nicotine	one half teaspoon
Food poison (botulism)	microscopic

Gambar 2.6: Lethal Doses
 Source: Marczewski, A.E., and Kamrin, M. Toxicology for the citizen,
www.iet.msu.edu/toxconcepts/toxconcepts.htm.

MATERI 3

PENGENALAN BAHAN KIMIA DAN KLASIFIKASI TOKSISITAS SERTA PESTISIDA DAN RADIOAKTIF

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Pengenalan dan Klasifikasi Bahan Kimia serta Toksisitasnya dan pengenalan Pestisida dan Radioaktif,
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam diskusi.

Bahan toksik atau racun adalah bahan kimia yang dalam jumlah relatif sedikit, berbahaya bagi kesehatan atau jiwa manusia. Sedang toksisitas atau derajat racun merupakan kemampuan suatu bahan toksik untuk menimbulkan kerusakan pada organisme hidup.

A. PENGENALAN BAHAN KIMIA

1. Survai Pendahuluan

Untuk mengenal/mengidentifikasi bahan kimia yang terdapat di industri dan merencanakan program evaluasi risiko bahaya serta tindak lanjutnya. Suatu ceklis yang mencakup pendataan tentang : nama bahan baku dan bahan sampingan, jenis bahan yang diperkirakan beracun, identifikasi penggunaannya, sampingan, jenis bahan yang diperkirakan beracun, identifikasi penggunaannya, jumlah pekerja yang terpajan, cara pengendaliannya dan sebagainya, sangat diperlukan.

2. Menenal Proses Produksi

Dengan mempelajari alur proses mulai dari tahap awal sampai akhir, sumber bahaya kimia dan keluhan kesehatan oleh pekerja serta memanfaatkan indera kita untuk mengidentifikasi lingkungan kerja, misalnya : mengenal bau yang timbul, merasa pedas di mata, rangsangan batuk dan sebagainya. Informasi dari kepala bagian produksi, supervisor atau pekerja sangat diperlukan pula.

3. Mempelajari MSDS (*Material Safety Data Sheet*)

Atau lembar data bahan kimia yakni suatu dokumen teknik yang memberikan informasi tentang komposisi, karakteristik, bahan fisik dan potensi bahaya kesehatan, cara penanganan dan penyimpanan bahan yang aman, tindakan pertolongan pertama dan prosedur khusus lainnya. Perlu juga catat label pada kemasan bahan kimia di tempat kerja.

B. KLASIFIKASI TOKSISITAS BAHAN KIMIA

Bahan kimia karsinogen : Adalah bahan kimia yang dapat menimbulkan perubahan pada sel normal menjadi sel neoplasma (Sumber : Lund, 1980). Adalah bahan kimia yang dapat menimbulkan tumor ganas pada manusia.

Klasifikasi Toksisitas

Klasifikasi toksisitas sangat bervariasi, misalnya berdasarkan sifat fisik, pengaruh terhadap tubuh, lama terjadinya pemajanan atau pada tingkat efek racunnya.

Sifat - sifat fisik zat dapat pula digolongkan menjadi padat (padat biasa, fume, asap, debu), cair (cair biasa, awan, kabut) dan gas (uap, gas). Sedang bahan kimia

di udara menurut sifatnya dapat dibedakan menjadi: Bahan bersifat partikel: debu, awan, fume, kabut. Bahan bersifat non partikel: gas, uap.

Menurut sifat fisiknya:

- Gas: tidak berbentuk, mengisi ruangan pada suhu & tekanan normal, tidak terlihat, tidak berbau pada konsentrasi rendah, dan dapat berubah menjadi cair/padat dengan perubahan suhu dan tekanan,
- Uap: bentuk gas dari zat yang dalam keadaan biasa berujud cair atau padat, tidak kelihatan dan berdifusi keseluruhan ruangan,
- Debu: partikel zat padat yang terjadi oleh karena kekuatan alami atau mekanis,
- Kabut: titik cairan halus di udara yang terjadi akibat kondensasi bentuk uap atau dari tingkat pemecahan zat cair atau menjadi tingkat disperse melalui cara tertentu,
- Fume: partikel zat padat yang terjadi oleh kondensasi bentuk gas, biasanya setelah penguapan benda padat yang dipijarkan,
- Asap: partikel zat karbon yang berukuran kurang dari 0,5 mikron, sebagai akibat pembakaran tidak sempurna bahan yang mengandung karbon,
- Awan: partikel cair sebagai hasil kondensasi fase gas ukuran partikelnya antara 0,1 – 1 mikron.

Menurut lama terjadinya pemajanan, dapat dibedakan:

- Akut, contoh kecelakaan kerja/keracunan mendadak,
- Subkronik misalnya proses kerja dengan bahan kimia selama 1 tahun/lebih atau,

- Kronik misal bekerja untuk jangka waktu lama dengan bahan kimia.

Terhadap tubuh bahan-bahan kimia tersebut digolongkan dalam *Klasifikasi*

Fisiologis Bahan partikel yang bersifat sebagai berikut :

- Perangsang (kapas, sabun, bubuk beras),
- Toksik (pb, as, mn),
- Fibrosis (kwarts, asbes),
- Alergen (tepung sari, kapas),
- Menimbulkan demam (fume, zn o),
- Inert (aluminium, kapas).

Bahan non partikel yang bersifat :

- Asfiksian (metan, helium),
- Perangsang (amoniak, HCl, H₂S),
- Racun anorganik,
- Organik (TEL, As, H₃),
- Mudah menguap yang berefek;
 - Anestesi (trichloroetilen),
 - Merusak alat dalam (C-C14),
 - Merusak darah (benzene), merusak saraf (parathion).

Prinsip Pencegahan atau Pengendalian Bahaya Kimia berdasarkan bahaya bahan kimia di tempat kerja diperlukan pencegahan dan pengendalian yang prinsip penerapannya sesuai Higiene Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja berupa “*Hierarchy of Control*” yakni :Eliminasi, Substitusi, Pengendalian teknis,

Pengendalian administrative dan Alat Pelindung Diri. Sedangkan pada pekerja dilakukan pengujian atau pemantauan kesehatan, higiene perorangan, pengujian atau pemantauan biomedik disertai pelatihan tentang bahaya bahan kimia.

C. PESTISIDA DAN RADIOAKTIF

Penggunaan Pestisida: adalah Bahan kimia yang digunakan untuk membunuh/melumpuhkan hama. Cara penggunaan: disemprotkan, ditaburkan, dioleskan. Cara kerjanya dengan racun syaraf.

Terdapat 3 kelompok utama pestisida konvensional antara lain :

1. Organoklorin, umumnya terurai sangat lambat dan memerlukan waktu yang relatif lama (*dieldrin, chlordan, aldrin, DDT, dan heptaklor*).
2. Organofosfat, sangat toksik pada manusia, tetapi umumnya cepat terurai (*diazinon, malation, dimetoat, profenofos dan klorpirifos*).
3. Karbamat sedikit toksik pada manusia, namun berpotensi mempengaruhi kekebalan dan sistem saraf pusat (*karbaril, karbofuran, dan metomil*).

PESTISIDA

Pestisida adalah racun yang digunakan oleh manusia untuk membasmi hama. Pestisida terdiri atas beberapa jenis :

No	Nama Senyawa	Fungsi
1	Pestisida	Membasmi Hama
2	Insektisida	Membasmi Serangga
3	Herbisida	Membasmi gulma
4	Nematisida	Membasmi Cacing
5	Fungisida	Membasmi Jamur
6	Rodentisida	Membasmi Binatang Pengerat (Tikus)

INSEKTISIDA

PENGERTIAN

Adalah bahan kimia yang dipakai untuk membunuh/melumpuhkan individu hidup yang berruas-ruas (segmen)

Misal : nyamuk, ulat /serangga lainnya

- Herbisida----→ Pembunuh Herbal
- Fungisida----→ „ Jamur
- Insektisida---→ „ Insekta
- Algisida ----→ „ Algae
- Pestisida ---→ „ Kuman



Limbah radioaktif adalah bahan yang terkontaminasi dengan radio isotop yang berasal dari penggunaan medis atau riset radio nukleida. Limbah ini dapat berasal dari antara lain : tindakan kedokteran nuklir, *radio-immunoassay* dan *bakteriologis*; dapat berbentuk padat, cair atau gas.

Penggunaan Radioisotop: Radioisotop digunakan sebagai perunut dan sumber radiasi. Dewasa ini, penggunaan radioisotop untuk maksud-maksud damai (untuk kesejahteraan umat manusia) berkembang dengan pesat. Pusat listrik tenaga nuklir (PLTN) adalah salah satu contoh yang sangat populer. PLTN ini memanfaatkan efek panas yang dihasilkan reaksi inti suatu radioisotop, misalnya U-235. Selain untuk PLTN, radioisotop juga telah digunakan dalam berbagai bidang misalnya industri, teknik, pertanian, kedokteran, ilmu pengetahuan, hidrologi, dan lain-lain.

Dampak Radioaktif: Pengertian atau arti definisi pencemaran radioaktif adalah suatu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh debu radioaktif akibat terjadinya ledakan reaktor-reaktor atom serta bom atom. Yang paling berbahaya dari pencemaran radioaktif seperti nuklir adalah radiasi sinar alpha, beta dan gamma yang sangat membahayakan makhluk hidup di sekitarnya.

Selain itu partikel-partikel neutron yang dihasilkan juga berbahaya. Zat radioaktif pencemar lingkungan yang biasa ditemukan adalah ⁹⁰Sr merupakan karsinogen tulang dan ¹³¹I. Apabila ada makhluk hidup yang terkena radiasi atom nuklir yang berbahaya biasanya akan terjadi mutasi gen karena terjadi perubahan struktur zat serta pola reaksi kimia yang merusak sel-sel tubuh makhluk hidup baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan atau binatang.

Berasal darimanakah limbah radioaktif ?: Limbah radioaktif berasal dari setiap pemanfaatan tenaga nuklir, baik pemanfaatan untuk pembangkitan daya listrik menggunakan reaktor nuklir, maupun pemanfaatan tenaga nuklir untuk keperluan industri dan rumah sakit.

Bagaimana cara mengelola limbah radioaktif ? Limbah radioaktif dikelola sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan masyarakat, pekerja dan lingkungan, baik untuk generasi sekarang maupun generasi yang akan datang. Cara pengelolannya dengan mengisolasi limbah tersebut dalam suatu wadah yang dirancang tahan lama yang ditempatkan dalam suatu gedung penyimpanan sementara sebelum ditetapkan suatu lokasi penyimpanan permanennya.

Penyimpanan permanen dapat berupa tempat di bawah tanah dengan kedalaman beberapa ratus meter untuk limbah aktivitas tinggi dan waktu paruh panjang, atau dekat permukaan tanah dengan kedalaman hanya beberapa puluh meter untuk limbah aktivitas rendah-sedang.

Apa bahayanya limbah radioaktif ?

Karena limbah memancarkan radiasi, maka apabila tidak diisolasi dari masyarakat dan lingkungan maka radiasi limbah tersebut dapat mengenai manusia dan lingkungan. Misalnya, limbah radioaktif yang tidak dikelola dengan baik meskipun telah disimpan secara permanen di dalam tanah, radionuklidanya dapat terlepas ke air tanah dan melalui jalur air tanah tersebut dapat sampai ke manusia.

Bahaya radiasi adalah, radiasi dapat melakukan ionisasi dan merusak sel organ tubuh manusia. Dalam jangka panjang kemungkinan menginduksi adanya tumor atau kanker. Ada kemungkinan pula bahwa kerusakan sel akibat radiasi mengganggu fungsi genetika manusia, sehingga keturunannya mengalami cacat.

Apakah limbah radioaktif yang telah diolah bisa dibuang ke lingkungan ?

Limbah radioaktif sebagian dapat dibuang ke lingkungan apabila kandungannya (konsentrasi dan radioaktivitasnya) telah dibawah batas ambang yang ditetapkan

oleh Pemerintah (Badan Pengawas Tenaga Nuklir, BAPETEN). Namun sebagian lagi karena aktivitasnya dan umurnya panjang maka harus disimpan dalam jangka yang sangat panjang.

Adakah hubungan limbah radioaktif dengan Limbah B3 ?

Sebenarnya definisi, limbah radioaktif adalah bagian dari limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Siapakah yang bertanggung jawab mengelola limbah radioaktif ?

Pihak penghasil limbah radioaktif, yaitu dari pengumpulan sampai penyimpanan sementara. Namun penyimpanan permanen dilaksanakan oleh BATAN dan diawasi oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) yang terpisah dari badan pelaksana (BATAN). Hal ini sesuai dengan amanat UU No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.

Apakah limbah radioaktif yang telah diolah bisa dibuang ke lingkungan ?

Limbah radioaktif sebagian dapat dibuang ke lingkungan apabila kandungannya (konsentrasi dan radioaktivitasnya) telah dibawah batas ambang yang ditetapkan oleh Pemerintah (Badan Pengawas Tenaga Nuklir, BAPETEN). Namun sebagian lagi karena aktivitasnya dan umurnya panjang maka harus disimpan dalam jangka yang sangat panjang.

Adakah hubungan limbah radioaktif dengan Limbah B3?

Sebenarnya definisi, limbah radioaktif adalah bagian dari limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Siapakah yang bertanggung jawab mengelola limbah radioaktif ?

Pihak penghasil limbah radioaktif, yaitu dari pengumpulan sampai penyimpanan sementara. Namun penyimpanan permanen dilaksanakan oleh BATAN dan diawasi oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) yang terpisah dari badan pelaksana (BATAN). Hal ini sesuai dengan amanat UU No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran.

Adakah dasar hukum yang mengatur mengenai limbah radioaktif ?

Dasar hukum yang mengatur limbah radioaktif adalah Undang-Undang No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, serta Peraturan pemerintah No. 27 tahun 2002 tentang Pengelolaan Limbah Radioaktif.

Berapakah biaya pengolahan limbah Radioaktif ?

Biaya limbah tersebut sangat bergantung pada jenis limbahnya. Terdapat perbedaan biaya antara limbah radioaktif cair, padat terbakar, padat terkompaksi dan sebagainya. Seluruh tarif tersebut telah ditetapkan dalam Peraturan pemerintah No. 16 tahun 2001. Sebagai contoh biaya pengolahan limbah radioaktif cair untuk aktivitas rendah dan sedang adalah Rp. 7300,- perliter, sedangkan limbah sumber bekas jarum Ra-226 dari rumah sakit sebesar Rp. 466.000,- perjarum.

MATERI 4

PENILAIAN TOKSISITAS INDUSTRI

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Penilaian Toksikitas Industri, LD50, LC50.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam diskusi.

Toksikitas suatu bahan beracun ditentukan melalui berbagai cara: melalui percobaan binatang, yang ditentukan secara kualitatif dan kuantitatif. Ex: Tikus Putih dan Monyet. Untuk mengetahui toksikitas bahan dikenal LD50 yaitu: Suatu zat beracun dengan dengan LD50 (*lethal dose 50*) yang lebih kecil jumlah kandungannya dalam suatu zat (<), menunjukkan bahwa zat tersebut relatif lebih beracun dari yang jumlahnya besar karena dalam jumlah kecil sudah menyebabkan keracunan pada makhluk hidup.

❖ LD-50 (LETHAL DOSE 50)

Dosis (mg/kg) berat zat yang dapat menyebabkan kematian pada 50% binatang percobaan

❖ LC-50 (LETHAL CONCENTRATION 50)

Kadar/konsentrasi bahan kimia (ppm) yang dapat menyebabkan kematian pada 50% binatang percobaan

PENTINGNYA LD50

LD50 , LC50 dan LCt50 memang sangatlah penting untuk mengetahui batas bahaya dari suatu bahan, jadi pastikan memakai bahan kimia yang di makan secukupnya saja karena sangat berbahaya jika sampai mencapai LD50 , oleh karena itu di [MSDS Bahan kimia](#) biasa selalu mencantumkan LD50 . misalnya pada MSDS KCl berikut pada

Section 11 – Toxicological Information
RTECS#:
CAS# 7447-40-7: TS8050000
LD50/LC50:
CAS# 7447-40-7:
Draize test, rabbit, eye: 500 mg/24H Mild;
Oral, mouse: LD50 = 1500 mg/kg;
Oral, rat: LD50 = 2600 mg/kg;<br.

CONTOH

Untuk bahan [KCl atau potassium Chloride](#) yang berupa serbuk. memiliki LD50 = 1500 mg/kg; Oral , Mouse . Apa maksud dari tulisan tersebut ?

Maksudnya secara Oral (masuk lewat mulut) , dan untuk Tikus(mouse) di butuhkan sebanyak 1500 mg/kg dari total berat badan tikus untuk membunuh 50% dari populasi tikus.

Lebih jelasnya, jika ada 100 ekor tikus, masing masing berat tikus 0,5 kg. maka di perlukan 750 mg untuk membunuh 50 dari tikus tersebut.

Memang LD50 digunakan hewan sebagai standarnya karena tidak mungkin di gunakan manusia sebagai subyek percobaan. Walaupun demikian kelompok pecinta hewan tetap pernah melakukan protes terhadap percobaan LD50 yang menyebabkan hewan mati secara lambat dan menderita

Konsentrasi : persentase kandungan bahan di dalam sebuah larutan (komposisi zatnya). Dosis : takaran yang harus diberikan. Contoh: *Glifosat* 2% artinya dibutuhkan 2 ml *glifosat* dalam 100 ml air (20 ml/L air).

Tingkat Toksisitas

1. Toksisitas rendah: menyebabkan perubahan biologis pada jaringan yang bersifat reversible
2. Toksisitasnya sedang: menyebabkan perubahan biologis pada jaringan yang sifatnya reversible atau irreversible dengan perubahan jaringan yang tidak begitu serius
3. Toksisitasnya tinggi: pada kadar yang rendah dapat menyebabkan kematian atau cacat fisik yang serius.

Toksisitas Berdasarkan LD50:

Tingkat Toksin	Dosis
Tingkat I (<i>Super toxic</i>)	Dosis: Kurang dari 1 mg/kg
Tingkat II (<i>Extremely toxic</i>)	Dosis: 1 – 5 mg/kg
Tingkat III (<i>Highly toxic</i>)	Dosis: 5 - 50 mg/kg
Tingkat IV (<i>Moderately toxic</i>)	Dosis: 50 – 500 mg/kg
Tingkat V (<i>Slightly toxic</i>)	Dosis: 500 - 5000 mg/kg
Tingkat VI (<i>Practically non toxic</i>)	Dosis: 5.000 - 15.000 mg/kg

Tingkat Toksikan berdasarkan Kg/Berat Badan (kg/BB):

Tingkat Toksikan	Dosis
Racun super	5 mg/kgBB atau kurang, Contoh: Nikotin
Amat sangat beracun	(5-50 mg/kgBB), Contoh: Timbal arsenat
Amat beracun	(50-500 mg/kgBB), Contoh: Hidrokinon
Beracun sedang	(0.5-5 g/kgBB),

	Contoh: Isopropanol
Sedikit beracun	(5-15 g/kgBB), Contoh: Asam ascorbat
Tidak beracun	(>15 g/kgBB), Contoh: Propilen glikol

Toksisitas Menurut NAB (Nilai Ambang Batas)

Toksisitas	ppm	mg / kg
Rendah	> 500	> 0,5
Sedang	101 - 500	0,1 – 0,5
Tinggi	< 100	< 0,1

Klasifikasi menurut Reaksi Jaringan

Jenis Toksisitas	Keterangan
Rendah	Perubahan <i>biologic reversible</i> , membaik dengan atau tanpa pengobatan
Sedang	Perubahan <i>biologic rever/irreversibel</i> , tidak menimbulkan cacat/kematian
Tinggi	Pada paparan rendah menyebabkan kematian/cacat

Pengaruh akut : Pengaruh yg disebabkan oleh paparan jangka pendek, biasanya tidak lebih dari 1 shift kerja dengan jumlah konsentrasi tinggi.

Pengaruh Menahun: Pengaruh yg disebabkan oleh paparan berulang thd BK dalam jangka waktu yg lama.

PENILAIAN TOKSISITAS

Suatu zat beracun dengan LD50 lebih kecil menunjukkan bahwa zat tersebut relatif lebih beracun, demikian pula sebaliknya. Penetapan *Occupational Exposure Limit* (OEL) atau Batas Pemajanan Kerja, mengacu pada prinsip dasar dalam toksikologi yang mempertimbangkan faktor dosis dan lama pemajanan serta keberadaan bahan kimia di udara tempat kerja.

Oleh ACGIH (*American Conference of Governmental and Industrial Hygienist*) dikembangkan konsep TLV (*Threshold Limit Value*) atau Nilai Ambang Batas (NAB) yang menunjukkan suatu kadar yang manusia dapat menghadapinya secara fisiologik tanp Terdapat 3 (tiga) kategori NAB yang spesifik, yakni :

- NAB rata-rata selama jam kerja atau TLV-TWA (*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*) yakni kadar bahan kimia diudara tempat kerja selama 8 jam sehari atau 40 jam seminggu yg hampir semua tenaga kerja dapat terpajan berulang kali sehari-hari dalam melakukan pekerjaan tanpa terganggu kesehatannya. a terganggu kesehatannya.
- NAB batas pemajanan singkat atau TLV-STEL (*Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit*) atau PSD (Pemajanan Singkat yang Diperkenankan) yakni kadar bahan kimia yang diperkenankan untuk pemajanan tidak lebih dari 15 menit atau tidak lebih dari 4 kali pemajanan per hari. Interval antara dua periode pemajanan tidak boleh kurang dari 60 menit.

- NAB tertinggi atau TLV-C (*Threshold Limit Ceiling*) yakni kadar tertinggi bahan kimia di udara tempat kerja yang tidak boleh dilewati selama melakukan pekerjaan. Sering di sebut juga sebagai KTD (Kadar Tertinggi yang Diperkenankan)

Pada bahan kimia yang bersifat karsinogen terdapat kategori sebagai berikut :

Kode Huruf dan Angka	Keterangan Karsinogen
A-1	Terbukti karsinogen pada manusia (<i>Confirmed Human Carcinogen</i>).
A-2	Diperkirakan karsinogen pada manusia (<i>Suspected Human Carcinogen</i>).
A-3	Karsinogen terhadap binatang (<i>Animal Carcinogen</i>).
A-4	Tidak diklasifikasikan karsinogen terhadap manusia (<i>Not Suspected as a Human Carcinogen</i>).
A-5	Tidak diperkirakan karsinogen thdp manusia (<i>Not Suspected as a Human Carcinogen</i>).

Disamping itu dikenal : “ BEI (*Biological Exposure Indices*) atau Indeks Pemajanan Biologik”. Yaitu standar pemajanan untuk menilai dampak pada kesehatan pekerja.

Nilai Ambang Batas Dan Indeks Pemaparan Biologis (*Biological Exposure Indices*). Bila pengendalian lingkungan tidak bisa mengurangi kadar bahan kimia di tempat kerja maka perlu dilakukan :

- Pemantauan biologis (*Biological Monitoring*)
- Indeks pemaparan biologis (*Biological exposure Indices*)

Yaitu suatu nilai panduan untuk menilai hasil pemantauan biologis yang penentuan nilainya ditentukan dengan mengacu pada nilai NAB.

MATERI 5

PENGARUH BAHAN KIMIA TERHADAP MANUSIA DAN EFEK TOKSISITAS PADA TUBUH MANUSIA

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan pengaruh bahan kimia terhadap manusia dan Efek Toksisitas pada tubuh manusia
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam diskusi.

Proses zat kimia dalam tubuh Cara masuk bahan beracun ke dalam tubuh sangat besar pengaruhnya terhadap kemungkinan keracunan. Di dalam tubuh, melalui proses *enzimatik* terjadi perubahan bentuk secara biokimia (biotransformasi) yang terjadi dalam hati. Proses demikian dapat juga terjadi di ginjal, paru dan kulit. Biotransformasi ini mengupayakan agar terbentuk bahan yang kurang beracun yang dikenal sebagai *detoksikasi*. Sebaliknya mungkin terjadi hasil yang lebih beracun dari zat asalnya (aktivasi) misalnya pada berbagai zat penyebab terjadinya kanker.

Pengeluaran hasil proses tersebut atau ekskresi umumnya dilakukan melalui air seni (urin) dan feses, sebagian melalui udara pernafasan dan keringat. Pada hewan percobaan diketahui adanya ekskresi melalui air susu. Rambut sering pula disebut sebagai kemungkinan proses ekskresi, meskipun air raksa dan arsen yang dijumpai pada rambut umumnya masih dalam bentuk asal.

Hubungan Dosis Dan Respon; Toksisitas suatu zat dan respon tubuh yang timbul tergantung pada kuantitas zat tersebut yang terkumpul pada organ tubuh.

Selanjutnya konsentrasi dalam organ tubuh tergantung juga pada lama pemajanan sehingga dapat diketahui pula adanya hubungan sebab akibat antara dosis dan respon tubuh.

A. PENGARUH BAHAN KIMIA TERHADAP MANUSIA

Toksisitas atau derajat racun bahan kimia tergantung dari berbagai faktor, yakni:

- Sifat fisik misalnya berupa: gas, uap, debu, fume, asap mist/kabut atau fog.
- Sifat kimia: jenis senyawa, besar molekul, konsentrasi dan daya larut.
- *Port d'entrée* (cara masuk dalam tubuh): zat kimia masuk kedalam tubuh melalui saluran pernafasan (per inhalasi), saluran cerna (per oral) & kulit (per dermal).
- Faktor individu seperti usia, jenis kelamin, ras, status gizi, kesehatan, faktor genetik dan kebiasaan lain.

Interaksi Bahan Kimia

Antara satu zat kimia dengan zat kimia lain dapat menimbulkan interaksi atau saling berpengaruh satu sama lainnya. Efek yang terjadi dapat dibedakan dalam :

- *Efek aditif* yakni pengaruh yang saling memperkuat akibat kombinasi dari dua zat kimia atau lebih.
- *Efek sinergi* yaitu suatu keadaan dimana pengaruh gabungan dari dua zat kimia jauh lebih besar dari jumlah masing-masing efek bahan kimia.

- *Potensiasi* yaitu apabila suatu zat yang seharusnya tidak memiliki efek toksik akan tetapi apabila zat ini ditambahkan pada zat kimia lain maka akan mengakibatkan zat kimia lain tersebut menjadi lebih toksik.
- *Efek antagonis* yakni apabila dua zat kimia yang diberikan bersamaan, maka zat kimia yg satu akan melawan efek zat kimia yang lain.

Efek Terhadap Kesehatan

Pemajanan bahan kimia mengakibatkan terjadinya perubahan biologik atau fungsi tubuh yang manifestasinya berupa keluhan, gejala dan tanda gangguan kesehatan. Kerusakan jaringan atau sel tubuh terutama terjadi pada organ target yakni bagian yang terserang bahan kimia.

Tergantung dari organ target, bahan kimia bisa bersifat:

- Neurotoksik (meracuni saraf),
- Hepatotoksik (meracuni liver/hati),
- Nefrotoksik (meracuni ginjal),
- Hematotoksik (meracuni darah),
- Sistemik (meracuni seluruh fungsi tubuh) dan sebagainya.

Berdasar gejala yang ditimbulkan, bahan kimia dapat bersifat *asfiksian* (gejala akibat berkurangnya kadar oksigen), *irritan* (mengakibatkan iritasi, merangsang), menimbulkan sensitasi dan alergi. Selanjutnya ditinjau dari lama waktu timbulnya gejala, efek bahan kimia bisa terjadi secara akut atau kronik. *Efek akut* terjadi pada pemajanan bahan kimia dalam waktu singkat (kurang dari 2 minggu) pada kadar yang tinggi. Sedang *efek kronik* timbul setelah pemajanan berulang kali selama tiga bulan atau lebih.

Tanda/gejala yang terjadi akibat keracunan bahan kimia bisa bervariasi dari tanda / gejala yang umum / non spesifik dan spesifik. Contoh gejala non spesifik misalnya : lemah, pusing, mual, muntah, gemetar, nafsu makan berkurang, sedang yang lebih spesifik misalnya kelumpuhan, kejang, gangguan penglihatan, diare yang menetap, pendarahan dan lain-lain.

Berikut ini contoh berbagai bahan kimia dan pengaruhnya pada kesehatan :

1. Asphyxian

Asphyxian ialah zat kimia yang menyebabkan asfiksia (kekurangan oksigen), yang dibedakan dalam dua kategori yaitu “simple asphyxian” dan “chemical asphyxian”. Simple asphyxian mengakibatkan tubuh mengalami kekurangan oksigen karena berkurangnya tekanan parsial oksigen dalam darah. Sedang pada chemical asphyxian, kekurangan oksigen terjadi karena adanya zat kimia yang mengikat hemoglobine sehingga pengangkutan oksigen ke sel jaringan oleh hemoglobine menjadi terganggu.

Contoh zat kimia penyebab asfiksia :

Jenis Chemical asphyxian	Jenis Simple asphyxian
Asetonitril	Asetilen
Akilonitril	Argon, Neon, Helium, hidrogen
Karbon monoksida	Karbon dioksida
Hidrogen sianida	Metan, etan, butan
Metilen klorida	Liquid Petroleum Gas (LPG)

2. Irritan

Zat iritan akan mengakibatkan iritasi/rangsangan atau menimbulkan inflamasi/peradangan pada mata, kulit, saluran nafas atau saluran cerna. Efek terhadap kesehatan: beberapa zat iritan seperti amonia, klor, sulfur dioksida, nitrogen dioksida, ozon dan fosgen berpengaruh pada saluran napas dan mengakibatkan bronkhitis, sebab paru atau kerusakan jaringan paru.

Contoh zat iritan:

Asam asetat	Trikloretilen
Kalsium oksida	Amonia
Arsen	Hidrogen klorida
Formaldehid	Asam nitrat
Klorobenzena	Klor
Etil alkohol	Etilen oksida
Aseton	Fosgen
Asam fosfat	Berilium
Stiren	Asam kromat
Fosfor (kuning)	Sulfur dioksida
Xylene	Seng klorida

3. Zat Kimia Neurotoksik (meracuni saraf)

Contoh zat kimia tersebut adalah:

Asetaldehid	Styrene
Benzene	Kloroform
Karbon disulfida	Etil alkohol

Toluen	Tetrakloretan
Trikloretan	Timah hitam
Aseton	Akrilamid
Karbon tetraklorida	Arsen
Etilen oksida	Merkuri
Xylene	Merkaptan

4. Zat Kimia Hepatotoksik

Contoh zat kimia tersebut adalah:

Karbon tetraklorida	Aflatoksin
Dimetil nitrosamin	Vinilklorida
Etil alkohol	Arsen
Trinitro toluen	Toluen diamin
Antimon	Fosfor (kuning)
Nitrobenzen	Trikloretilen
Tetrakloretilen	PCB3
Trikloretan	Selenium

5. ZAT KIMIA NEFROTOKSIK (Meracuni Ginjal)

Contoh zat kimia tersebut adalah:

Arsen	Karbon tetra klorida
Anilin	Etilen glikol
Organo klorin	Fosfor (kuning)
Kadmium	Toluen

Merkuri	Metanol
Paraquat	Timah Hitam
Kloroform	Fenol

6. Zat Kimia Yang Meracuni Sistem Reproduksi

Contoh zat kimia tersebut adalah:

Benzene	Vinil klorida
Etilen biomida	Eter
Merkuri	Nitrogen oksida
Timah hitam	Kloroform
Kadmium	Dibromo kloropropan

7. Zat Kimia Yang Meracuni Darah

Contoh zat kimia tersebut adalah:

Anilin	Nitrogen trifluorida
Toluidin	Para nitro anilin
Dihidro toluen	Nitro klorobenzen
Nitrobenzen	Propilnitrat
Timah hitam	Trinitro toluene

8. Zat Penyebab Sensitasi Kulit

Contoh zat kimia tersebut adalah:

Arsen	Fenol
-------	-------

Merkuri	Zat warna
Garam nikel	Kloro fenol
Karbon disulfida	Kreosot

Selanjutnya diketahui pula berbagai zat kimia yang bersifat karsinogenik (menimbulkan kanker) seperti *asbestos, benzene, krom, nikel, vinyl klorida*, berefek teratogen (mengakibatkan kelainan janin) dan mutagen (menimbulkan mutasi/perubahan genetik).

Pemantauan Biomedik

Pemantauan ini digunakan untuk mendeteksi kelainan fungsi organ tubuh atau penyakit akibat kerja. Melalui pemeriksaan darah dan urin, dapat di deteksi absorpsi bahan beracun, metabolit dan aktivitas enzim yang mungkin dipengaruhi oleh bahan beracun tersebut. Pemantauan biologik atau biomedik akan memberi gambaran yang lebih dapat dipercaya daripada pengukuran kadar bahan kimia di udara.

Pemantauan biomedik dilakukan untuk mendeteksi kelainan fungsi organ tubuh atau penyakit akibat kerja. Melalui pemeriksaan urin dapat dideteksi absorpsi bahan beracun dan aktivitas enzim yang mungkin dipengaruhi oleh bahan beracun.

Note: (MCU untuk pekerja secara berkala, 6 bln/ 1 thn)

Pemantauan biomedik akan memberi gambaran yang lebih dapat dipercaya daripada pengukuran kadar bahan kimia di udara. Keuntungan lain adalah mampu memperhitungkan absorpsi zat kimia melalui kulit dan saluran cerna, pengaruh

beban kerja dan pemajanan diluar tempat kerja serta mengidentifikasi pekerja yang rentan.

B. EFEK TOKSISITAS PADA TUBUH MANUSIA

1. Lokal Dan Sistemik

- Lokal : bahan yang bersifat korosif, iritatif,
- Sistemik : terjadi setelah bahan kimia masuk, diserap dan distribusikan ke tubuh,
- Konsentrasi bahan berbahaya tidak selalu paling tinggi dalam target organ (ex. Target organ methyl merkuri adalah otak, tapi konsentrasi tertinggi ada di hati dan ginjal, DDT target organnya adalah susunan pusat syaraf pusat tapi konsentrasi tertinggi pada jaringan lemak).

2. Efek Yang Reversible Dan Irreversible

- Reversible : bila efek yang terjadi hilang dengan dihentikannya paparan bahan berbahaya. Biasanya konsentrasi masih rendah dan waktu singkat,
- Irreversible : bila efek yang terjadi terus menerus bahkan jadi parah walau pajanan telah dihentikan (ex. Karsinoma, penyakit hati), biasanya konsentrasi tinggi dan waktu lama.

3. Efek Langsung Dan Tertunda

- Efek Langsung: Segera Terjadi Setelah Pajanan (Ex. Sianida),
- Efek Tertunda: Efek yang terjadibeberapa waktu setelah pajanan (efek karsinogenik).

4. Reaksi Alergi Dan Idiosynkrasi

- Reaksi alergi (hipersensitivitas): terjadi karena adanya sensitisasi sebelumnya yang menyebabkan dibentuknya antibodi oleh tubuh
- Reaksi Idiosynkrasi : merupakan reaksi tubuh yang abnormal terhadap karena genetik (ex. Kekurangan enzim succynicholin)

Tingkat Keracunan Bahan Beracun

- Tidak ada batasan yang jelas antara bahan kimia berbahaya dan tidak berbahaya,
- Bahan kimia berbahaya bila ditangani dengan baik dan benar akan aman digunakan,
- Bahan kimia tidak berbahaya bila ditangani secara sembrono akan menjadi sangat berbahaya,
- Paracelsus (1493-1541) ” semua bahan adalah racun, tidak ada bahan apapun yang bukan racun, hanya dosis yang benar membedakan apakah menjadi racun atau obat”.

Istilah masuknya bahan kimia kedalam tubuh:

- EFEK:
 - LOKAL: pada bagian yang terkena bahan kimia,
 - SISTEMIK : bila bahan kimia terserap kedalam tubuh.
- ABSORBSI

Bahan kimia masuk ke dalam tubuh melalui:

- Saluran pernafasan (terhirup). Contoh : gas (CO,NOx,), Uap (benzene, CCl4), bahan mudah larut (Kloroform), debu (partikel ukuran 1-10 u, ditimbun di paru-paru,

- Saluran pencernaan (tertelan), Biasanya karena kecelakaan, lambung kosong mempercepat penyerapannya,
- Kulit (zat-zat yang toksik, zat yg larut dalam lemak, insektisida, organik solvent (efek sistemik),
- Suntikan intravena, intra muskular, sub kutan dll.

- **DISTRIBUSI**

- Bahan kimia organik (methyl merkuri) dapat menembus organ (otak),
- Bahan Kimia anorganik (merkuri) tidak dapat menembus otak tapi tertimbun dalam ginjal,
- Hati dan ginjal memiliki kapasitas mengikat bahan kimia yang tinggi dibanding organ lain, karena fungsi sebagai organ yang memetabolisirkan membuang bahan kimia berbahaya,
- Bahan yang mudah larut dalam lemak, maka jaringan lemak merupakan tempat penimbunan bahan yang mudah larut dalam lemak (ex. DDT, Dieldrin, Polychlorinated biphenyls(PCB)).

- **EKSKRESI**

- Bahan Kimia diekskresikan dapat dalam bentuk bahan asal maupun metabolitnya,
- Ekskresi utama melalui ginjal (hampir semua kimia berbahaya) bahan-bahan tertentu lewat hati dan paru-paru,
- Ekskresi melalui ginjal terutama bahan yang larut dalam air,
- Ekskresi melalui paru-paru, untuk bahan yang pada suhu tubuh masih berbentuk gas (ex. CO).

Toksik atau racun merupakan bahan kimia yang sangat berbahaya bagi kesehatan atau jiwa manusia. Sedangkan toksisitas atau derajat racun yang merupakan kemampuan suatu bahan toksik untuk menimbulkan kerusakan pada organisme hidup. Sehingga semua bahan kimia sangat berbahaya jiwa kita bahkan dapat mengancam jiwa kita . Banyak efek-efek yang ditimbulkan dari bahan kimia, bahan kimia dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari , maka dari itu kita dalam sehari-harinya harus hidup yang sehat dan menjaga kekebalan tubuh kita sendiri.

MATERI 6

PENYAKIT AKIBAT KERJA (PAK)

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Penyakit - Penyakit Akibat Kerja, Diagnosa Penyakit Akibat Kerja, Pencegahan Penyakit Akibat Kerja,
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam diskusi.

Toksikologi industri: adalah cabang ilmu dalam Bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang mempelajari efek bahaya zat kimia pada sistem biologi. Kajian toksikologi meliputi: studi kuantitatif tentang efek bahaya zat kimia dan zat fisika, sifat dan aksinya racun, dan gangguan kesehatan yang ditimbulkan pada manusia dan hewan. penggunaan bahan kimia ini disamping menghasilkan produk yang bermanfaat tetapi juga memberikan dampak bagi kesehatan manusia.

A. PENYAKIT - PENYAKIT AKIBAT KERJA

a. Penyakit Saluran Pernafasan

PAK pada saluran pernafasan dapat bersifat akut maupun kronis. Akut misalnya asma akibat kerja. Sering didiagnosis sebagai tracheobronchitis akut atau karena virus. Kronis, missal: asbestosis. Seperti gejala Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). Edema paru akut. Dapat disebabkan oleh bahan kimia seperti nitrogen oksida.

b. Penyakit Kulit

Pada umumnya tidak spesifik, menyusahkan, tidak mengancam kehidupan, kadang sembuh sendiri. Dermatitis kontak yang dilaporkan, 90% merupakan penyakit kulit yang berhubungan dengan pekerjaan. Penting riwayat pekerjaan dalam mengidentifikasi iritan yang merupakan penyebab, membuat peka atau karena faktor lain.

c. Kerusakan Pendengaran

Banyak kasus gangguan pendengaran menunjukkan akibat pajanan kebisingan yang lama, ada beberapa kasus bukan karena pekerjaan. Riwayat pekerjaan secara detail sebaiknya didapatkan dari setiap orang dengan gangguan pendengaran. Dibuat rekomendasi tentang pencegahan terjadinya hilangnya pendengaran.

d. Gejala pada Punggung dan Sendi

Tidak ada tes atau prosedur yang dapat membedakan penyakit pada punggung yang berhubungan dengan pekerjaan daripada yang tidak berhubungan dengan pekerjaan. Penentuan kemungkinan bergantung pada riwayat pekerjaan. Arthritis dan tenosynovitis disebabkan oleh gerakan berulang yang tidak wajar.

e. Kanker

Adanya presentase yang signifikan menunjukkan kasus Kanker yang disebabkan oleh pajanan di tempat kerja. Bukti bahwa bahan di tempat kerja, karsinogen sering kali didapat dari laporan klinis individu dari pada studi epidemiologi. Pada Kanker pajanan untuk terjadinya karsinogen mulai > 20 tahun sebelum diagnosis.

f. Coronary Artery Disease

Oleh karena stres atau Carbon Monoksida dan bahan kimia lain di tempat kerja.

g. Penyakit Liver

Sering di diagnosis sebagai penyakit liver oleh karena hepatitis virus atau sirosis karena alkohol. Penting riwayat tentang pekerjaan, serta bahan toksik yang ada.

h. Masalah Neuropsikiatrik

Masalah neuropsikiatrik yang berhubungan dengan tempat kerja sering diabaikan. Neuro pati perifer, sering dikaitkan dengan diabet, pemakaian alkohol atau tidak diketahui penyebabnya, depresi SSP oleh karena penyalahgunaan zat-zat atau masalah psikiatri. Kelakuan yang tidak baik mungkin merupakan gejala awal dari stres yang berhubungan dengan pekerjaan. Lebih dari 100 bahan kimia (a.I solven) dapat menyebabkan depresi SSP. Beberapa neurotoksin (termasuk arsen, timah, merkuri, methyl, butyl ketone) dapat menyebabkan neuropati perifer. Carbon disulfide dapat menyebabkan gejala seperti psikosis.

i. Penyakit yang Tidak Diketahui Sebabnya

Alergi dan gangguan kecemasan mungkin berhubungan dengan bahan kimia atau lingkungan. Sick building syndrome. Multiple Chemical Sensitivities (MCS), mis: parfum, derivate petroleum, rokok.

B. DIAGNOSA PENYAKIT AKIBAT KERJA

Untuk dapat mendiagnosis Penyakit Akibat Kerja pada individu perlu dilakukan suatu pendekatan sistematis untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dan menginterpretasinya secara tepat.

Pendekatan tersebut dapat disusun menjadi 7 langkah yang dapat digunakan sebagai pedoman:

a. *Tentukan Diagnosis klinisnya*

Diagnosis klinis harus dapat ditegakkan terlebih dahulu, dengan memanfaatkan fasilitas-fasilitas penunjang yang ada, seperti umumnya dilakukan untuk mendiagnosis suatu penyakit. Setelah diagnosis klinik ditegakkan baru dapat dipikirkan lebih lanjut apakah penyakit tersebut berhubungan dengan pekerjaan atau tidak.

b. *Tentukan pajanan yang dialami oleh tenaga kerja selama ini*

Pengetahuan mengenai pajanan yang dialami oleh seorang tenaga kerja adalah esensial untuk dapat menghubungkan suatu penyakit dengan pekerjaannya. Untuk ini perlu dilakukan anamnesis mengenai riwayat pekerjaannya secara cermat dan teliti, yang mencakup:

- Penjelasan mengenai semua pekerjaan yang telah dilakukan oleh penderita secara khronologis,
- Lamanya melakukan masing-masing pekerjaan,
- Bahan yang diproduksi,
- Materi (bahan baku) yang digunakan,
- Jumlah pajanannya,
- Pemakaian alat perlindungan diri (masker),,
- Pola waktu terjadinya gejala
- Informasi mengenai tenaga kerja lain (apakah ada yang mengalami gejala serupa),

- Informasi tertulis yang ada mengenai bahan-bahan yang digunakan (MSDS, label, dan sebagainya).

c. *Tentukan apakah pajanan tersebut memang dapat menyebabkan penyakit tersebut.*

Apakah terdapat bukti-bukti ilmiah dalam kepustakaan yang mendukung pendapat bahwa pajanan yang dialami menyebabkan penyakit yang diderita. Jika dalam kepustakaan tidak ditemukan adanya dasar ilmiah yang menyatakan hal tersebut di atas, maka tidak dapat ditegakkan diagnosa penyakit akibat kerja. Jika dalam kepustakaan ada yang mendukung,

d. *Tentukan apakah jumlah pajanan yang dialami cukup besar untuk dapat mengakibatkan penyakit tersebut.*

Jika penyakit yang diderita hanya dapat terjadi pada keadaan pajanan tertentu, maka pajanan yang dialami pasien di tempat kerja menjadi penting untuk diteliti lebih lanjut dan membandingkannya dengan kepustakaan yang ada untuk dapat menentukan diagnosis penyakit akibat kerja.

e. *Tentukan apakah ada faktor-faktor lain yang mungkin dapat mempengaruhi.*

Apakah ada keterangan dari riwayat penyakit maupun riwayat pekerjaannya, yang dapat mengubah keadaan pajanannya, misalnya penggunaan APD, riwayat adanya pajanan serupa sebelumnya sehingga risikonya meningkat. Apakah pasien mempunyai riwayat kesehatan (riwayat keluarga) yang mengakibatkan penderita lebih rentan/lebih sensitif terhadap pajanan yang dialami.

f. *Cari adanya kemungkinan lain yang dapat merupakan penyebab penyakit.*

Apakah ada faktor lain yang dapat merupakan penyebab penyakit? Apakah penderita mengalami pajanan lain yang diketahui dapat merupakan penyebab penyakit. Meskipun demikian, adanya penyebab lain tidak selalu dapat digunakan untuk menyingkirkan penyebab di tempat kerja.

g. Buat keputusan apakah penyakit tersebut disebabkan oleh pekerjaannya.

Sesudah menerapkan ke enam langkah di atas perlu dibuat suatu keputusan berdasarkan informasi yang telah didapat yang memiliki dasar ilmiah. Seperti telah disebutkan sebelumnya, tidak selalu pekerjaan merupakan penyebab langsung suatu penyakit, kadang-kadang pekerjaan hanya memperberat suatu kondisi yang telah ada sebelumnya. Hal ini perlu dibedakan pada waktu menegakkan diagnosis. Suatu pekerjaan/pajanan dinyatakan sebagai penyebab suatu penyakit apabila tanpa melakukan pekerjaan atau tanpa adanya pajanan tertentu, pasien tidak akan menderita penyakit tersebut pada saat ini.

Sedangkan pekerjaan dinyatakan memperberat suatu keadaan apabila penyakit telah ada atau timbul pada waktu yang sama tanpa tergantung pekerjaannya, tetapi pekerjaannya/pajannya memperberat/mempercepat timbulnya penyakit.

Dari uraian di atas dapat dimengerti bahwa untuk menegakkan diagnosis Penyakit Akibat Kerja diperlukan pengetahuan yang spesifik, tersedianya berbagai informasi yang didapat baik dari pemeriksaan klinis pasien, pemeriksaan lingkungan di tempat kerja (bila memungkinkan) dan data epidemiologis.

C. PENCEGAHAN PENYAKIT AKIBAT KERJA

Perusahaan harus selalu mewaspadaai adanya ancaman akibat kerja terhadap pekerjaannya.

Kewaspadaan tersebut bisa berupa :

- a. Melakukan pencegahan terhadap timbulnya penyakit
- b. Melakukan deteksi dini terhadap gangguan kesehatan
- c. Melindungi tenaga kerja dengan mengikuti program jaminan sosial tenaga kerja seperti yang di atur oleh UU RI No.3 Tahun 1992.

Mengetahui keadaan pekerjaan dan kondisinya dapat menjadi salah satu pencegahan terhadap PAK. Beberapa tips dalam mencegah PAK, diantaranya:

- a. Pakailah APD secara benar dan teratur
- b. Kenali risiko pekerjaan dan cegah supaya tidak terjadi lebih lanjut.
- c. Segera akses tempat kesehatan terdekat apabila terjadi luka yang berkelanjutan.

Pencegahan lain yang dapat ditempuh agar bekerja bukan menjadi lahan untuk menuai penyakit. diantaranya:

Pencegahan Primer – *Health Promotion*

- a) Perilaku Kesehatan
- b) Faktor bahaya di tempat kerja
- c) Perilaku kerja yang baik
- d) Olahraga, e) Gizi seimbang

Pencegahan Sekunder – *Specifict Protection*

- a) Pengendalian melalui perundang-undangan

- b) Pengendalian administrative/organisasi: rotasi/pembatasan jam kerja
- c) Pengendalian teknis: substitusi, isolasi, ventilasi, alat pelindung diri (APD)
- d) Pengendalian jalur kesehatan: imunisasi

Pencegahan Tersier- *Early Diagnosis and Prompt Treatment*

- a) Pemeriksaan kesehatan pra-kerja
- b) Pemeriksaan kesehatan berkala
- c) Surveilan, d) Pemeriksaan lingkungan secara berkala (MCU)
- e) Pengobatan segera bila ditemukan gangguan pada pekerja
- f) Pengendalian segera di tempat kerja

Pemeriksaan Kesehatan Penyakit Akibat Kerja

- a. Pemeriksaan sebelum penempatan

Pemeriksaan ini dilakukan sebelum seorang dipekerjakan atau ditempatkan pada pos pekerjaan tertentu dengan ancaman terhadap kesehatan yang mungkin terjadi. Pemeriksaan fisik yang di tunjang dengan pemeriksaan lain seperti darah, urine, radiologis, serta organ tertentu, seperti mata dan telinga, merupakan data dasar yang sangat berguna apabila terjadi gangguan kesehatan tenaga kerja setelah sekian lama bekerja.

- b. Pemeriksaan kesehatan berkala

Pemeriksaan kesehatan berkala sebenarnya dilaksanakan dengan selang waktu teratur setelah pemeriksaan awal sebelum penempatan. Pada medical check-up rutin tidak selalu diperlukan pemeriksaan medis lengkap, terutama bila tidak ada indikasi yang jelas. Pemeriksaan ini juga harus difokuskan pada organ dan sistem tubuh yang memungkinkan terpengaruh bahan-bahan berbahaya di tempat kerja,

sebagai contoh, audiometri adalah uji yang sangat penting bagi tenaga kerja yang bekerja pada lingkungan kerja yang bising. Sedang pemeriksaan radiologis dada (foto thorax) penting untuk mendeteksi tenaga kerja yang berisiko menderita *pneumokonosis*, karena lingkungan kerja tercemar debu.

MATERI 7

UTS (UJIAN TENGAH SEMESTER)

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- UTS (40% Bobot Nilai) Tugas Kelompok, Presentasi dan Diskusi
- Topik Makalah: Makalah Toksikologi Industri Berdasarkan Studi Kasus.

PETUNJUK KELOMPOK

1. Dibagi menjadi 3 kelompok, (pembagian kelompok sesuaikan dengan jumlah mahasiswa).
2. Anggota kelompok berdasarkan bagi 3.
3. Makalah di upload ke google classroom.

SISTEMATIKA PENULISAN MAKALAH KELOMPOK

- Power point
- 10-20 halaman.
- Size font nya minimal : 20
- Banyakin gambar/ graph/ ilustrasi
- Referensi harus dituliskan dari sumbernya
- Judul
- Logo stikes hang tuah
- Nama Kelompok
- Nama-nama mahasiswa di kelompok

- Nama mata kuliah
- Nama dosen pengasuh mata kuliah
- Nama program pascasarjana
- Nama perguruan tinggi

KETENTUAN

- 20% nilai uas dari penilaian keaktifan setiap mahasiswa bertanya dan menjawab di goole meet di presentasi kelompok lainnya.
- Aturan sama seperti kuliah tatap muka, makalah boleh bertanya 3 peserta dan dijawab oleh anggota yagn berbeda.
- Topik mengenai Toksikologi Industri

MATERI 8

LIMBAH B3 (BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN)

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Limbah B3 Industri dan Toksisitasnya.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam perkuliahan, tanya jawab dan diskusi.

Definisi Limbah B3

PP No. 18/1999 Jo. PP No. 85/1999 "Pengelolaan Limbah B3"

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, disingkat Limbah B3 adalah *sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain.*

Identifikasi Limbah B3

❖Limbah B3 menurut sumbernya :

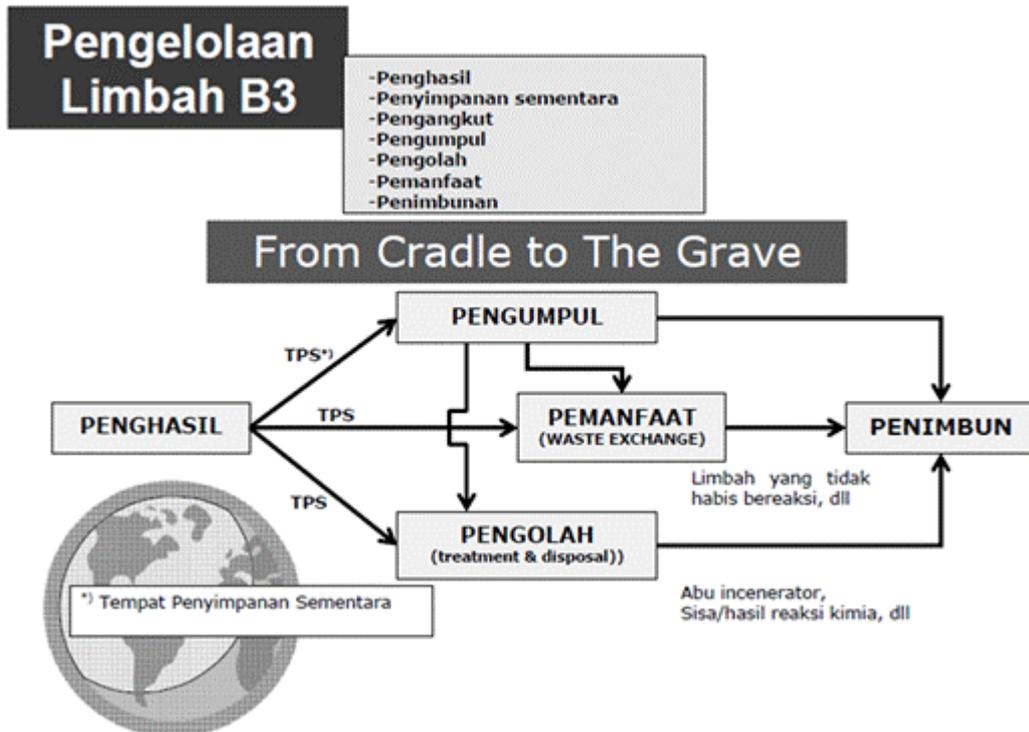
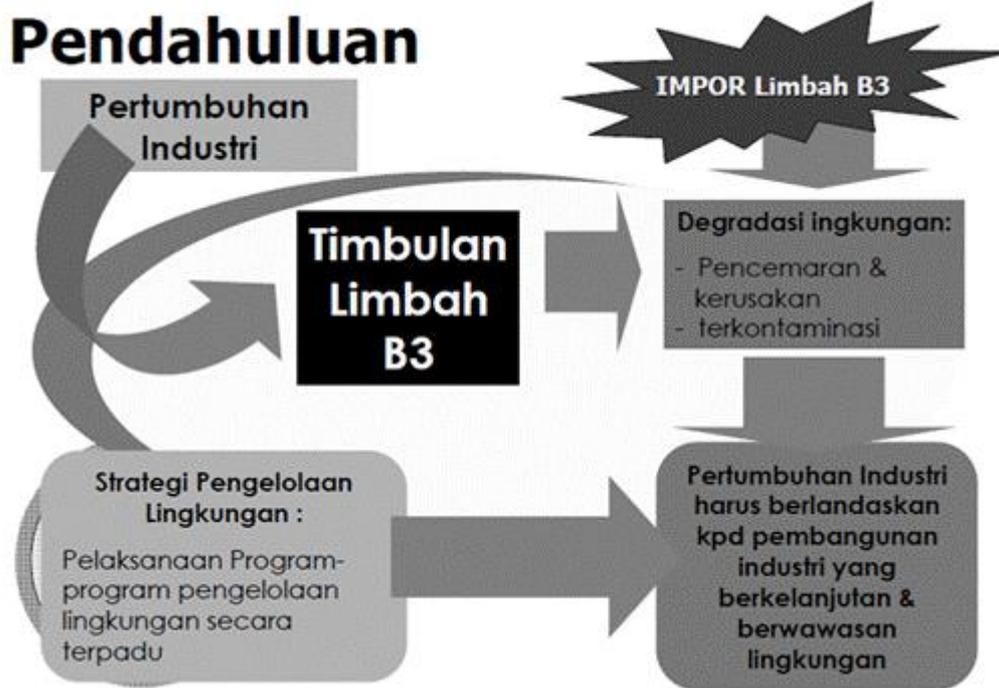
1. Sumber Tidak Spesifik (berdasarkan lampiran I, tabel 1, PP 85 tahun 1999)
2. Sumber Spesifik (berdasarkan lampiran I, tabel 2, PP 85 tahun 1999)
3. Bahan kimia kadaluarsa; Tumpahan; sisa kemasan; buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi

❖Berdasarkan Karakteristik Limbah B3

- | | |
|------------------|-----------------------|
| • Mudah meledak | • Beracun |
| • Mudah terbakar | • Menyebabkan infeksi |
| • Reaktif | • Bersifat korosif |

❖ Berdasarkan Pengujian toksikologi untuk menentukan sifat akut dan/atau kronik

A. LIMBAH B3 INDUSTRI



Limbah B3 berdasarkan kategori bahayanya:



Limbah B3 berdasarkan sumbernya:

1. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik,
2. Limbah B3 dari B3 kadaluwarsa, tumpahan B3, B3 yg tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan bekas kemasan B3,
3. Limbah B3 dari sumber spesifik:
 - a. Sumber spesifik umum,
 - b. Sumber spesifik khusus.

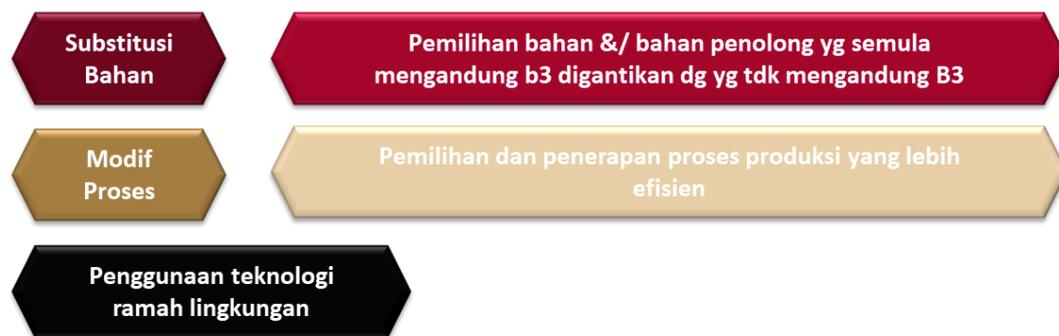
Limbah B3 Dari Sumber Spesifik

- *Limbah B3 dari sumber spesifik:* Limbah B3 sisa proses suatu industry atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan.
- *Limbah B3 dari sumber spesifik umum:* Limbah B3 yang pada umumnya bukan berasal dari proses utamanya, tetapi berasal dari kegiatan antara lain

pemeliharaan alat pencucian, pencegahan korosi atau inhibitor korosi, pelarutan kerak dan pengemasan.

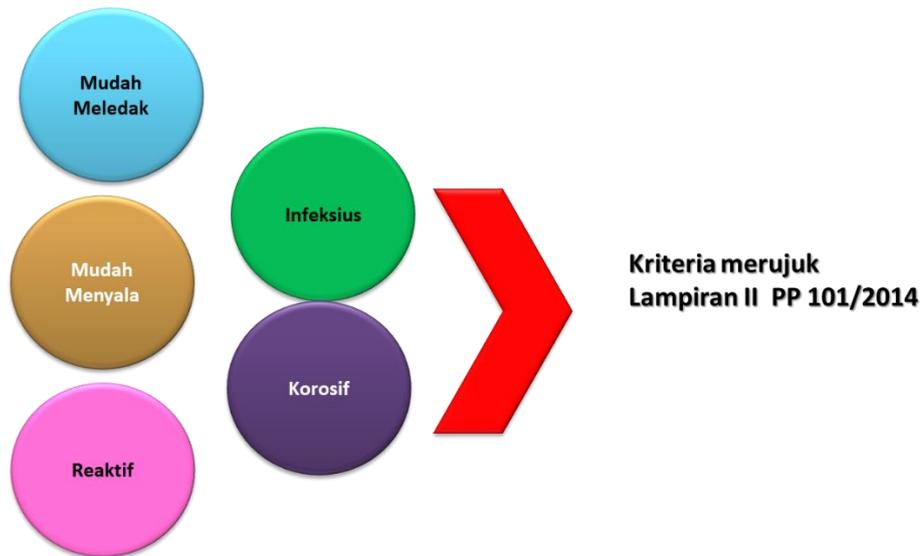
- *Limbah B3 dari sumber spesifik khusus*: Limbah B3 yang memiliki efek tunda (delayed effect), berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup, memiliki karakteristik beracun tidak akut, dan dihasilkan dalam jumlah yang besar per satuan waktu.

Pengurangan Limbah B3 dapat dilakukan melalui proses berikut ini :



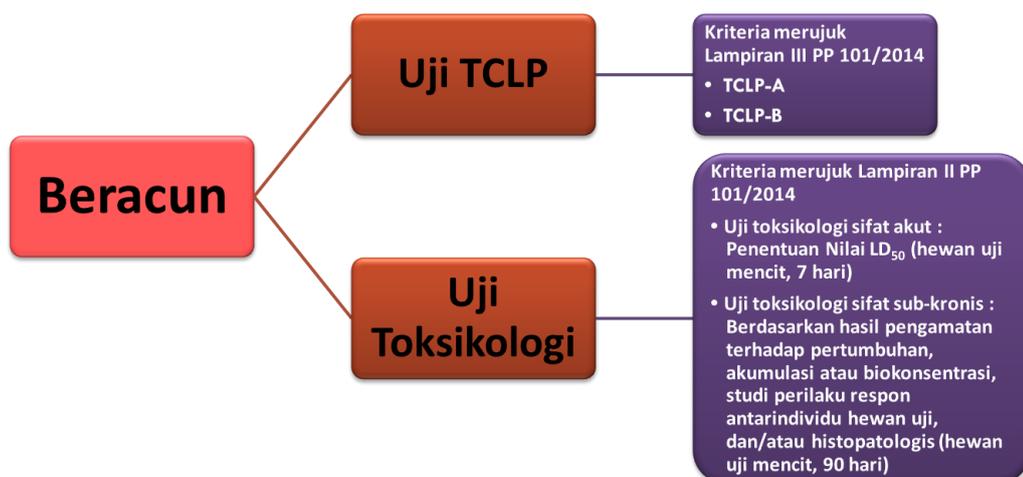
Pengurangan Limbah B3 adalah kegiatan Penghasil Limbah B3 untuk mengurangi jumlah dan/atau mengurangi sifat bahaya dan/atau racun dari Limbah B3 sebelum dihasilkan dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Wajib dilakukan oleh penghasil limbah B3, wajib menyampaikan laporan setiap 6 bulan sekali.

Limbah B3 Berdasarkan Karakteristiknya



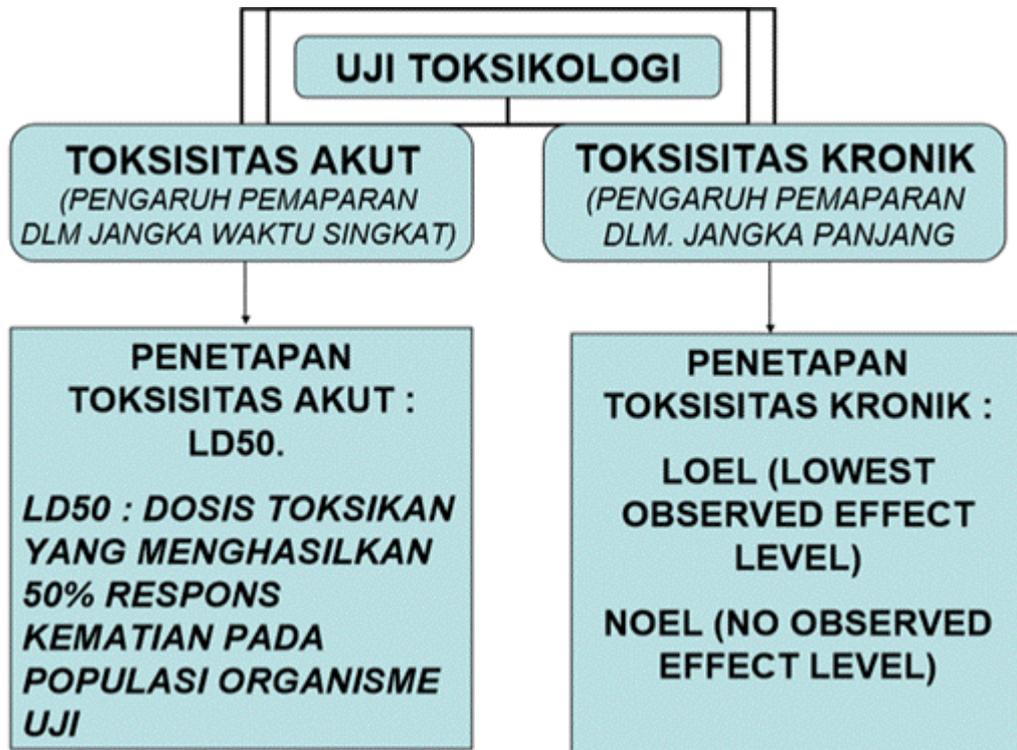
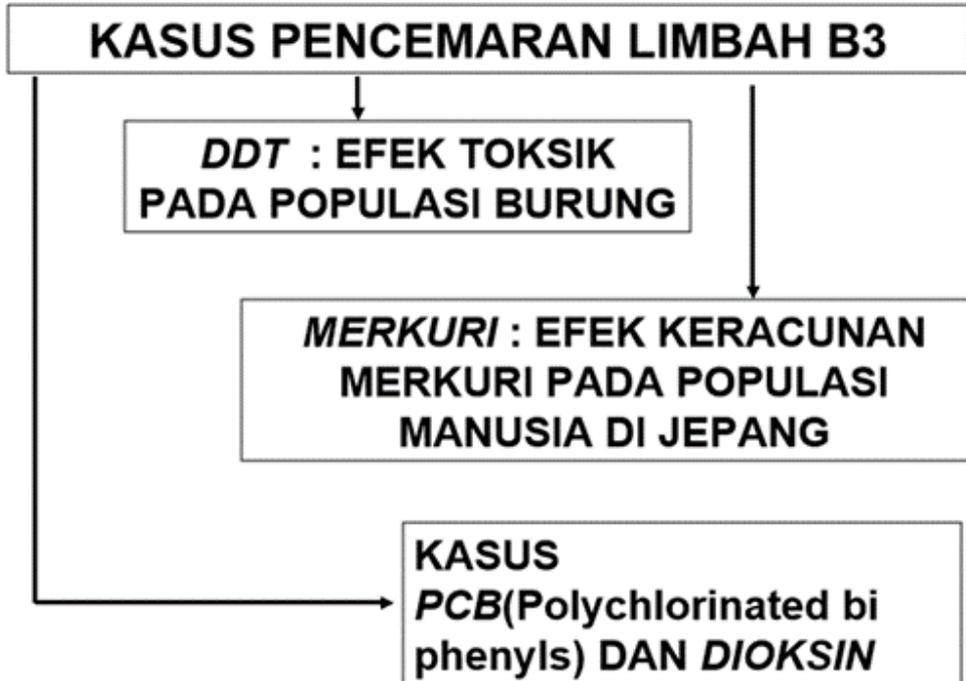
Uji karakteristik dilakukan oleh laboratorium yg telah terakreditasi dan/atau laboratorium yg menerapkan prosedur yg telah memenuhi SNI (Pasal 6) PP 101/104.

Laboratorium Uji: Menggunakan laboratorium yang terakreditasi untuk masing-masing uji. Laboratorium yang menerapkan prosedur yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia mengenai tata cara berlaboratorium yang baik.



B. TOKSISITAS LIMBAH B3





Contoh bahan kimia beracun



Jenis zat beracun	Jenis bahan	Akibat keracunan dan gangguan
Logam / metaloid 	Pb (TEL, PbCO₃) Hg Cd Cr As P	- Syaraf, ginjal, dan darah - Syaraf, ginjal - Hati, ginjal, darah - Kanker - Iritasi, kanker - Metabolisme karbohidrat, lemak, protein
Bahan pelarut 	Hidrokarbon alifatik (bensin, kerosin) Hidrokarbon terhalogenasi (CCl₄, CHCl₃) Alkohol	Pusing dan koma Hati dan ginjal Syaraf pusat, leukeimia

Jenis zat beracun	Jenis bahan	Akibat keracunan dan gangguan
Gas-gas beracun 	Aspiksian sederhana (N₂, Ar, He) Aspiksian kimia - HCN - H ₂ S - CO	Sesak napas, kekurangan oksigen Pusing, sesak napas Sesak napas, kejang, hilang kesadaran Sesak napas, otak, jantung, syaraf, hilang kesadaran
Karsinogen 	Benzene Asbes Bensidin Kroom Naftilamin Vinil khlorida	Leukeimia Paru-paru Kandung kencing Paru-paru Paru-paru Hati, paru-paru, syaraf pusat, darah

TOKSIKOLOGI LIMBAH B3



KARENA EFEK TOKSIK SULIT
DIDETEKSI DALAM EKOSISTEM,
MAKA DIGUNAKAN PENDEKATAN
DENGAN BIOMARKER

RESPONS BIOMARKER DAPAT
BERUPA RESPONS BIOKIMIAWI
ATAUPUN FISILOGIK



FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT BAHAYA SUATU ZAT

- Tingkat bahaya suatu zat ditentukan oleh :
 - faktor toksisitas
 - dosis
 - respon individu.
- Tingkat bahaya menunjukkan besar kecilnya resiko yang timbul pada paparan kimia dengan mempertimbangkan ketiga faktor tersebut diatas.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerentanan Individu

1. usia

Efek terhadap anak-anak lebih serius dibandingkan dengan orang muda.

2. status Kesehatan dan Emosi

Penderita bronchitis kronik atau asma lebih rentan terhadap zat iritan.

Penderita diabetes militus lebih rentan terhadap efek aseton.

Stress atau depresi dapat meningkatkan efek bahan kimia.

Kebiasaan merokok dan minuman keras berlebihan.

Perokok berat lebih rentan terhadap efek karsini genik asbestos sedangkan pecandu minuman keras mempengaruhi proses detoksikasi zat kimia dalam tubuh.

3. Kelainan Genetik

Beberapa kelainan genetik dapat mempengaruhi kerentanan individu terhadap suatu zat kimia al :

- status atopi

- defisiensi enzim glucose phosphate dehydrogenase (GPD)

defisiensi alfa antitriosisin yang terdapat dalam serum.

4. Status gizi

Defisiensi protein zat besi atau kalsium akan menyebabkan absorpsi timah hitamoleh tubuh meningkat, Intereksi Beberapa Zat kimia. Pemaparan dua zat kimia atau lebih akan menimbulkan efek yang lebih berbahaya dari pada efek masing-masing zat kimia.

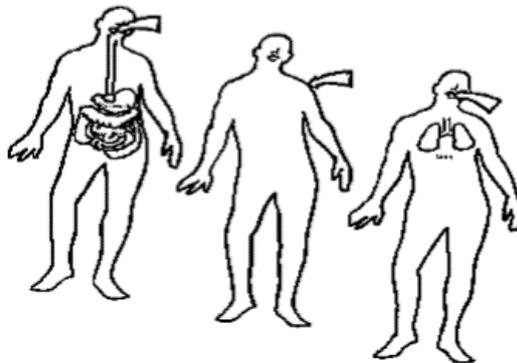
5. Aktivitas fisik

Kerja berat akan menyebabkan seseorang bema fas lebih dalam dan lebih cepat. Keadaan ini akan menyebabkan lebih banyak udara yang terkontaminasi masuk kedalam paru sehingga dosis yang terpapar akan meningkat.

JALAN MASUK ZAT KIMIA KE DALAM TUBUH

Zat kimia dapat masuk ke dalam tubuh melalui

- saluran pencernaan (tertelan)
- kulit (kontak dengan kulit)
- melalui saluran pernafasan (terhirup).



MATERI 9

CONTOH KASUS TOKSIKOLOGI INDUSTRI

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan berbagai macam contoh – contoh kasus toksikologi industri:
 - Toksikologi Industri Gas dan Minyak,
 - Studi Kasus Keracunan Debu Titanium Dioksida Pada Karyawan Pabrik M&M's Australia,
 - Peristiwa Toksikologi, Keracunan Amonia Di Pabrik Pengolahan Udang, Pt. Bina Menara Internusa.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam perkuliahan, tanya jawab dan diskusi.

Sejarah Kasus keracunan:

- Kasus bom atom di Hiroshima dan Nagasaki: Leukimia
- Bocornya reaktor nuklir di Chernobyl, Rusia: Kanker kelenjar gondok
- Keracunan Fluor di India: fluorosis gigi
- Insektisida di Indonesia: terdapatnya pencemaran air sumur, sayuran, resistensi vector
- Tempe bongkreng poisoning, Banyumas, Indonesia: Bakteri *Pseudomonas cocovenenans*. akan memproduksi racun toxoflavin dan *bongkrengic acid*
- Paralisis dan kematian karena metal merkuri pada ikan di Minamata dan Niigata, Jepang

A. CONTOH KASUS TOKSIKOLOGI INDUSTRI

Ilustrasi Toksikologi Industri



Ilustrasi Toksikologi Lingkungan



Ilustrasi Toksikologi Makanan



Telur Palsu



Es Krim Nitrogen



Toksikologi Forensik



B. TOKSIKOLOGI INDUSTRI GAS DAN MINYAK

Secara kimiawi, sifat material pencemar tersebut juga dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- *Completely miscible*, zat pencemar dapat terlarut dalam lingkungan,
- *Completely immiscible*, zat pencemar tidak dapat larut dalam lingkungan,
- *Partially miscible*, zat tercemar dapat terlarut sebagian dalam lingkungan.

Industri oil and gas tidak dapat dipungkiri memiliki dampak pada lingkungan. Seluruh proses sector industri tersebut memiliki dampak pada lingkungan, mulai dari proses produksi/eksplorasi, refinery/pengolahan, distribusi hingga pengguna akhir.

Skala dampak lingkungan dari industri oil and gas diatur dalam peraturan pemerintah keputusan menteri lingkungan hidup, sedangkan berdasarkan sifat materialnya, standar tersebut juga berbeda-beda.

Misal: tumpahan minyak mentah dikategorikan sebagai pencemaran yang berbeda dengan tumpahan BBM. Contoh; Kapal menabrak pipa minyak pertamina di sungai mahakam kalimantan.



Trend pada saat ini, industri oil and gas menuju ke laut (anjudan lepas pantai). Namun demikian **dampak lingkungan** ternyata masih cukup banyak ditemui dalam industri oil and gas lepas pantai.

Mulai dari **konstruksi anjudan**, **proses pengeboran**, hingga ***produced water*** dan transportasinya.



Contoh pencemaran yang berasal dari anjudan lepas laut adalah: limbah besi tua setelah anjudan tersebut selesai beroperasi, suhu yang dikeluarkan pada saat operasional, dll.

Industri oil and gas juga memiliki dampak secara demografis yang mengakibatkan pola tata ruang berubah. Daerah sepi yang kaya oil and gas lama kelamaan berubah menjadi ramai karena ekonomi meningkat. Tentu ada dampak lingkungan dari aktivitas manusia yang bertambah tersebut. Selain itu, perubahan tata-sosial dan budaya juga akan terjadi. Aktivitas ekonomi yang meningkat biasanya menjadikan manusia menjadi lebih konsumtif dan kurang menjaga lingkungan. Contoh: Riau

Dengan kata lain kerusakan lingkungan bukan saja memiliki dampak pada lingkungan namun juga pada tatanan sosial-ekonomi masyarakat. Sehingga langkah mitigasi kerusakan lingkungan perlu dibuat dengan cermat untuk meminimalkan dampak kerusakan lingkungan tersebut.

C. STUDI KASUS KERACUNAN DEBU TITANIUM DIOKSIDA PADA KARYAWAN PABRIK M&M'S AUSTRALIA.

- Kronologis Kejadian

Peter Quick, seorang karyawan yang bekerja di pabrik M&M's, Ballarat, Australia terkena gangguan pernapasan yang sangat parah akibat keracunan/terpapar debu titanium dioksida. Titanium dioksida sendiri digunakan oleh pabrik tersebut untuk mencerahkan warna makanan yang mereka produksi. Debu dari titanium dioksida yang ditambahkan ke lapisan akhir M & M's ini menyebabkan keluhan pernafasan yang sangat parah pada korban. Menurut pengacara korban, akibat insiden ini korban tidak akan pernah dapat bekerja lagi. Seorang juru bicara perusahaan mengatakan titanium dioksida adalah salah satu dari beberapa warna yang digunakan dalam produk-produknya dan sudah disetujui penggunaannya oleh Standar Makanan Australia-Selandia Baru. Namun perusahaan enggan berkomentar soal kasus Peter Quick. *"The company sent me to independent respiratory specialists and they all agreed the high dust levels of titanium dioxide (in the M&M's finishing section) caused my lung disease,"* begitu pernyataan dari Peter Quick.

- Toksikan

Dekripsi

Toksikan dalam peristiwa ini adalah Titanium Dioksida dengan nama lain Titania. Rumus Kimia dari Titanium Dioksida adalah TiO_2 . Titanium dioksida adalah sebuah zat berwarna putih yang banyak digunakan dalam cat dan plastik, sebagai bahan aditif dalam makanan untuk mencerahkan tepung, produk sehari-hari dan dalam bidang konfeksi. Zat ini terdapat banyak di alam seperti di udara perkotaan, sungai, air minum dan dapat dideteksi dalam banyak makanan.

Disposisi

Sekitar 3 persen dari dosis oral Titanium yang diserap. Kebanyakan yang diserap akan di-eksresikan kedalam urine. Konsentrasi dalam urin yang normal adalah 10 mikro gram/liter. Perkiraan beban tubuh terhadap titanium adalah 15 mg. Zat ini kebanyakan tinggal di paru-paru, sebagai akibat dari pajanan inhalasi. Titanium yang dihirup cenderung untuk tinggal dalam paru-paru dalam waktu yang lama.

Toksikologi

Pekerja yang terkena pajan Titanium dioksida kemungkinan besar bekerja di bidang *pack Bing*, penggilingan, *site cleaning* dan *maintenance*. Pajanan pekerja terhadap Titanium dapat saja sangat berat, dan konsentrasi di dalam udara hingga 50 mg/m^3 pernah dilaporkan. Titanium dioksida telah digolongkan sebagai partikulat yang mengganggu dengan TLV sebesar 10 mg/m^3 dan exposure limit pada NIOSH sebesar 15 mg/m^3 . Meskipun ambang batasnya besar, namun pernah dilaporkan kejadian fibrosis ringan dari jaringan paru-paru sebagai akibat pajanan inhalasi terhadap pigmen Titanium Dioksida. Selain di paru-paru, titanium dioksida juga telah diketahui masuk melalui semua rute (pernapasan, makanan, dermal dan lapisan sub kutan).

- Tempat dan Waktu

Kejadian ini terjadi di di pabrik M & M's, Ballarat, Australia pada 3 Mei 2009.

- Jumlah Korban

Peter Quick, seorang karyawan pabrik M&M's adalah korban tunggal dalam insiden ini. Tidak ada korban meninggal pada insiden ini. Namun, akibat insiden ini, Peter Quick menderita sakit paru-paru (*lung disease*) dan divonis tidak dapat bekerja kembali. Menurut CCOHS (Canadian Centre for Occupational Health and Safety), titanium dioksida dapat memicu terjadinya kanker paru-paru pada manusia setelah sebelumnya terbukti diujicobakan pada hewan percobaan tikus.

- Kerugian

Kerugian berupa pekerja yang terpapar dan terkena *lung disease* sehingga divonis tidak dapat bekerja kembali. efek kesehatan yang dialami korban tergolong kepada efek kronis karena Peter Quick telah bekerja di pabrik tersebut selama 20 tahun. Kerugian tersebut dapat pula tergolong kepada kerugian finansial perusahaan. Hal ini selain karena perusahaan harus mencari pekerja pengganti, perusahaan juga harus membayar biaya asuransi korban paparan debu titanium dioksida. Selain itu, *image* perusahaan sebagai produsen makanan M&M's dapat jatuh sehingga akan mempengaruhi angka penjualan produk akibat kasus pekerja yang terpapar pewarna yang dipakai pada makanan yang diproduksi oleh M&M's. Meskipun sebenarnya titanium dioksida berbahaya hanya ketika masih berwujud uap dan tidak berbahaya ketika sudah masuk ke dalam lapisan makanan yang diproduksi M&M's.

D. PERISTIWA TOKSIKOLOGI, KERACUNAN AMONIA DI PABRIK PENGOLAHAN UDANG, PT. BINA MENARA INTERNUSA.

LAMPIRAN ARTIKEL

45 Karyawan Pabrik Pengolahan Udang Keracunan Amoniak

Rabu , 16 November 2005 | 18:05 WIB

TEMPO Interaktif, Malang: Sebuah tabung intercooler di ruang mesin pabrik pengolahan udang milik PT Bumi Menara Internusa (BMI) di Jalan Pahlawan, Kecamatan Dampit Kabupaten Malang bocor dan mengeluarkan gas amoniak, Rabu (16/11).

Akibat kebocoran ini, sebanyak 41 karyawan dilarikan ke Rumah Sakit Bala Keselamatan, Kecamatan Turen dan Puskesmas Dampit. Mereka mengeluh menderita pusing, mual, mata pedas dan sesak nafas. Korban keracunan terparah menimpa karyawan bagian kupas, bernama Sulika, dan seorang Supervisor bernama Samsul. Kedua karyawan tersebut pingsan di tempat.

Sementara Siani Indahwati, 45, mengaku menghirup bau tidak sedap sesaat setelah memasuki halaman pabrik. Tak lama kemudian kepalanya pusing dan nafasnya sesak. Saat itu pula, ia melihat ratusan karyawan berhamburan keluar areal pabrik.

"Kami sudah menduga terjadi kebocoran amoniak. Sebelumnya kebocoran serupa pernah terjadi. Tetapi, hari ini adalah yang paling gawat. Saya hampir pingsan," ujarnya.

Manajer Umum PT BMI, Krisdiyanto Nugroho mengakui adanya kebocoran gas ini. Ia menduga penyebab kebocoran karena adanya tekanan tinggi pada tabung intercooler. Namun, untuk kepastian penyebab, masih diselidiki. "Ini kecelakaan," katanya.

Selama ini, lanjut Krisdiyanto, manajemen PT BMI sudah melakukan semua prosedur keselamatan kerja, misalnya melakukan perawatan berkala atau melakukan *overhaul* mesin setiap lima tahun sekali.

Namun Kepala Polwil Malang, AKBP Bambang Widaryatmo curiga Manajemen PT BMI tidak menerapkan keselamatan kerja sesuai prosedur. Sebab, kebocoran sudah empat kali terjadi sejak pabrik didirikan pada 2003. "Pasti ada yang tak beres," kata dia.

Untuk kepentingan penyidikan, Polisi memanggil tiga karyawan bagian operator untuk diminta keterangan.

Latar Belakang Studi Kasus Toksikologi Industri Amonia

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 . Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas (disebut bau amonia). Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah senyawa kaustik (menimbulkan iritasi/ rangsangan) dan dapat merusak kesehatan. Administrasi Keselamatan dan Kesehatan Pekerjaan Amerika Serikat memberikan batas 15 menit bagi kontak dengan amonia dalam gas berkonsentrasi 35 ppm volum, atau 8 jam untuk 25 ppm volum. Kontak dengan gas amonia berkonsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan paru-paru dan bahkan kematian. Sekalipun amonia di AS diatur sebagai gas tak mudah terbakar, amonia masih digolongkan sebagai bahanberacun jika terhirup, dan pengangkutan amonia berjumlah lebih besar dari 3.500 galon (13,248 L) harus disertai surat izin (www.wikipedia.org, 14 Februari 2008).

Amonia sangat berbahaya, jika terhirup dapat merusak saluran pernapasan terutama saluran pernapasan bagian atas. Saluran pernapasan yang terangsang amoniak akan membengkak, hingga pernapasan terganggu karena penyempitan saluran pernapasan itu. Lebih parah lagi, saluran lendir yang terangsang akan mengeluarkan sekret (cairan getah) sehingga pernapasan pun terhambat, dan korban akan mengalami sesak napas. Bila tidak segera ditolong korban akan pingsan. Lebih jauh, bila jaringan yang terangsang mengalami kerusakan, akan terjadi pendarahan di sepanjang saluran pernapasan dan darah akan keluar bersama batuk.

Bila amoniak mencapai paru-paru dapat mengakibatkan bronkhopneumonia (radang pada salah satu bagian paru). Bila selaput lendir (mukosa) rusak dapat mengakibatkan penyakit menahun sebab pada selaput ini terdapat sel-sel pertahanan tubuh, khususnya bagi jaringan paru-paru.

Analisa Kasus

a. Kronologis

Di sebuah pabrik pengolahan udang milik PT. Bina Menara Internusa terjadi keracunan gas amoniak. Kejadian ini diduga akibat adanya kebocoran gas amonik pada sebuah tabung intercooler di pabrik tersebut dan mengeluarkan gas amoniak. Penyebab kebocoran ini diduga akibat adanya tekanan tinggi dalam tabung intercooler. Jumlah korban dalam kejadian ini sebanyak 45 orang, 41 orang karyawan mengeluh menderita pusing, mual, mata pedas, dan sesak napas. Dua karyawan mengalami keracunan lebih parah yang mengakibatkan pingsan di tempat.

Salah seorang karyawan mengaku menghirup bau yang tidak sedap sesaat setelah memasuki halaman pabrik. Tak lama kemudian merasa pusing dan napasnya sesak. Dan saat itu pula, ia melihat ratusan karyawan berhamburan keluar areal pabrik.

b. Toksikan

Gas amonia yang bocor dari sebuah tabung intercooler di ruang mesin pabrik pengolahan udang.

c. Tempat dan Waktu Kejadian

Di ruang mesin pengolahan udang PT. Bina Menara Internusa pada hari Rabu, 16 November 2005.

d. Jumlah Korban

45 karyawan yang bekerja di pabrik tersebut.

Kerugian; Manusia, Aset, dan Lingkungan

- Manusia: Para pekerja mengalami keracunan gas amonia yang dapat mengganggu kesehatan, terutama gangguan saluran pernapasan.
- Aset : Perusahaan mengalami kerugian, kegiatan produksi terhenti karena adanya kebocoran amoniak tersebut sehingga mengurangi produktivitas. Perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk perawatan pekerja yang sakit dan biaya perbaikan/ penggantian tabung intercooler yang bocor.
- Lingkungan: Jika tidak segera dikontrol, gas amoniak tersebut dapat menyebar ke lingkungan penduduk.

f. Pengendalian yang telah dilakukan

Dalam artikel tersebut tidak disampaikan adanya pengendalian yang dilakukan setelah adanya keracunan tersebut. Akan tetapi, perusahaan menyatakan sudah menerapkan sistem kesehatan dan keselamatan kerja walaupun dalam prakteknya, perusahaan tersebut tidak menerapkan sistem keselamatan dan kesehatan kerja sesuai prosedur. Hal ini terbukti dari adanya kejadian kebocoran tabung intercooler sebanyak 4 kali.

g. Saran

- Perusahaan harus menerapkan sistem keselamatan dan kesehatan kerja sesuai dengan prosedur,

- Melakukan perawatan berkala pada setiap mesin-mesin yang dipergunakan dalam produksi di perusahaan tersebut,
- Sebaiknya segera dipasang tanda/ rambu bahaya agar orang yang belum terkena gas beracun tersebut dapat menghindar dan waspada,
- Gas amoniak merupakan gas bertekanan jadi harus disimpan dalam keadaan berdiri dan diikat dengan kuat untuk mencegah terjadinya guncangan.

MATERI 10

KESEHATAN LINGKUNGAN INDUSTRI

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Prinsip Manajemen Lingkungan Industri, Pengenalan, Evaluasi Dan Pengendalian Lingkungan Industri, Tanggung Jawab Pengambil Kebijakan Terhadap Lingkungan.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam perkuliahan, tanya jawab dan diskusi.



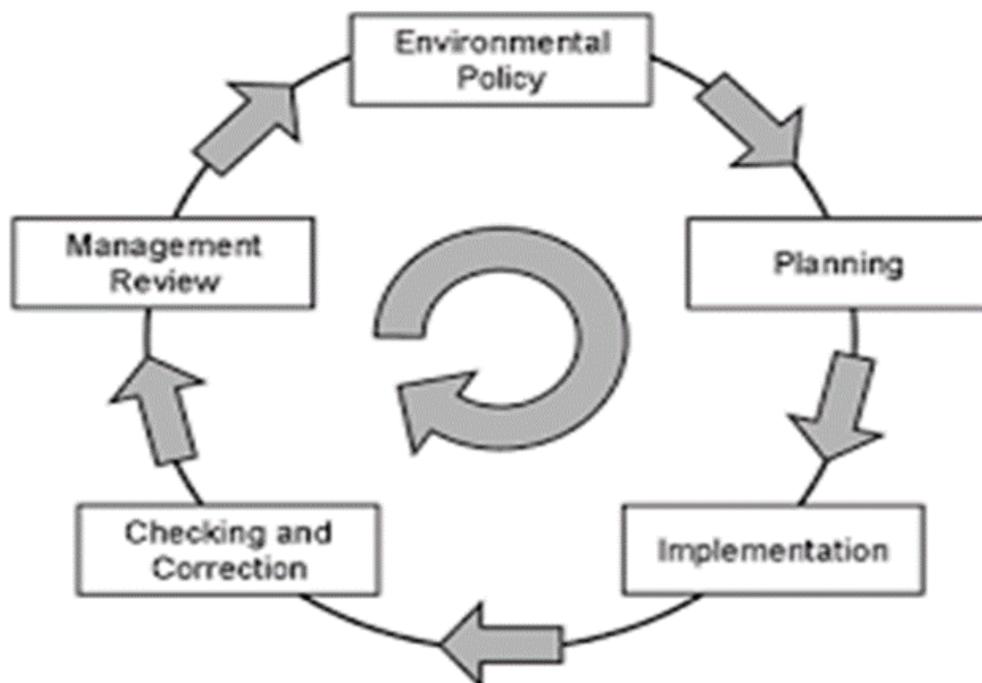
A. PRINSIP MANAJEMEN LINGKUNGAN INDUSTRI

Manajemen lingkungan adalah aspek-aspek dari keseluruhan fungsi manajemen (termasuk perencanaan) yang menentukan dan membawa pada implementasi kebijakan lingkungan (BBS 7750, dalam ISO 14001 oleh Sturm, 1998).

Pengertian lainnya yaitu Manajemen Lingkungan adalah suatu kerangka kerja yang dapat diintegrasikan ke dalam proses-proses bisnis yang ada untuk mengenal, mengukur, mengelola dan mengontrol dampak-dampak lingkungan secara efektif, dan oleh karenanya merupakan risiko-risiko lingkungan.

Yang dimaksud dengan lingkungan pada tulisan ini adalah yang dicakup dalam sistem manajemen lingkungan ISO 14001, yaitu yang berkaitan dengan lingkungan internal dan eksternal. Elemen pokok manajemen lingkungan sesuai dengan definisi diatas terkait dengan aspek lingkungan dan dampak lingkungan.

Isi sistem manajemen ISO 14001 mencakup beberapa unsur ter-integrasi dengan ISO 9000 untuk manajemen mutu. Ruang ISO 14001 mempunyai elemen-elemen kunci di dalamnya terdapat sub-sub elemen, terdiri atas : umum, kebijakan lingkungan, perencanaan, penerapan dan operasi, pemeriksaan dan tindakan koreksi.



Perangkat Manajemen Lingkungan

Uraian	AMDAL	Audit Lingkungan	Ekolabel	ISO 14001	Cleaner Production
Dilakukan saat	Tahap Studi Kelayakan	Tahap Operasi	Tahap Operasi	Tahap Operasi	Tahap Operasi
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> □ Evaluasi kelayakan lingkungan proyek □ Pencegahan dampak lingk. 	Penilaian ketaatan operasi terhadap praktek, prosedur, peraturan tertentu	Implementasi & sertifikasi kesesuaian operasi terhadap praktek, prosedur dan peraturan tertentu	Implementasi & sertifikasi kesesuaian sistem manajemen terhadap standar ISO 14001	Implementasi pencegahan pencemaran lingkungan

Uraian	AMDAL	Audit Lingkungan	Ekolabel	ISO 14001	Cleaner Production
Dilakukan saat	Tahap Studi Kelayakan	Tahap Operasi	Tahap Operasi	Tahap Operasi	Tahap Operasi
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> □ Evaluasi kelayakan lingkungan proyek □ Pencegahan dampak lingk. 	Penilaian ketaatan operasi terhadap praktek, prosedur, peraturan tertentu	Implementasi & sertifikasi kesesuaian operasi terhadap praktek, prosedur dan peraturan tertentu	Implementasi & sertifikasi kesesuaian sistem manajemen terhadap standar ISO 14001	Implementasi pencegahan pencemaran lingkungan

B. PENGENALAN, EVALUASI DAN PENGENDALIAN LINGKUNGAN INDUSTRI

Ada 6 tingkatan Pengontrolan di Tempat Kerja yang dapat dilakukan:

1. Eliminasi: merupakan upaya menghilangkan bahaya dari sumbernya serta menghentikan semua kegiatan pekerja di daerah yang berpotensi bahaya.
2. Substitusi: Modifikasi proses untuk mengurangi penyebaran debu atau asap, dan mengurangi bahaya, Pengendalian bahaya kesehatan kerja dengan mengubah beberapa peralatan proses untuk mengurangi bahaya, mengubah kondisi fisik bahan baku yang diterima untuk diproses lebih lanjut agar dapat menghilangkan potensi bahayanya.
3. Isolasi: Menghapus sumber paparan bahaya dari lingkungan pekerja dengan menemukannya di tempat lain atau menjauhkan lokasi kerja yang berbahaya dari pekerja lainnya, dan sentralisasi kontrol kamar,

Engineering control : Pengendalian bahaya dengan melakukan modifikasi pada faktor lingkungan kerja selain pekerja

- Menghilangkan semua bahaya-bahaya yang ditimbulkan.
- Mengurangi sumber bahaya dengan mengganti dengan bahan yang kurang berbahaya.
- Work proses ditempatkan terpisah.
- Menempatkan ventilasi local/umum.

4. Administrasi control: Pengendalian bahaya dengan melakukan modifikasi pada interaksi pekerja dengan lingkungan kerja : pengaturan schedule kerja atau meminimalkan kontak pekerja dengan sumber bahaya.

5. Alat Pelindung Diri (APD), ini merupakan langkah terakhir dari hirarki pengendalian.

Higiene Industri

Kesehatan lingkungan kerja sering kali dikenal juga dengan istilah Higiene Industri atau Higiene Perusahaan. Tujuan utama dari Higien Perusahaan dan Kesehatan Kerja adalah menciptakan tenaga kerja yang sehat dan produktif. Selain itu Kegiatannya bertujuan agar tenaga kerja terlindung dari berbagai macam resiko akibat lingkungan kerja diantaranya melalui pengenalan, evaluasi, pengendalian dan melakukan tindakan perbaikan yang mungkin dapat dilakukan.

Melihat risiko bagi tenaga kerja yang mungkin dihadapi di lingkungan kerjanya, maka perlu adanya personil di lingkungan industri yang mengerti tentang hygiene industri dan menerapkannya di lingkungan kerjanya.

Ahli Higiene Industri

Seorang yang ahli di bidang higiene industri biasanya disebut industrial hygienist. Pada umumnya latar belakang pendidikan dari seorang ahli higiene insutri adalah dari bidang teknik atau ilmu dasar namun tidak tertutup kemungkinan bagi dokter, perawat atau ahli fisiologi untuk mengikuti pendidikan formal dalam bidang ini.

Pendidikan pada umumnya juga berlangsung 2 tahun. Banyak lembaga pendidikan tinggi menyelenggarakan pendidikan ini bersamaan dengan pendidikan ahli keselamatan kerja. Kebutuhan akan tenaga profesional dalam bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja makin meningkat, sejalan dengan perkembangan yang pesat dalam bidang industri dan akan segera datangnya era globalisasi.

Tugas daripada seorang industrial hygeinist yaitu :

Mengidentifikasi bahaya-bahaya yang mungkin dapat terjadi, permasalahan-permasalahan kerja serta risikonya. Menganalisa kondisi-kondisi yang dapat diukur untuk mencari permasalahan yang timbul.

Mengembangkan strategi sampling dan menggunakan peralatan-peralatan sampling yang dimiliki untuk mengukur seberapa besar sumber bahaya di tempat kerja.

Melakukan pengamatan terhadap bagaimana dampak sumber-sumber bahaya kimia dan fisika dapat mempengaruhi kesehatan pekerja dengan melakukan pengukuran.

Membandingkan hasil sampling dengan standart atau petunjuk yang relevan untuk menentukan apakah pengontrolan khusus diperlukan.

Melakukan evaluasi terhadap proses industri untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi kasus kecelakaan dan penyakit akibat kerja dengan lingkungannya.

Mengerti segala bentuk peraturan pemerintah yang berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan kerja.

memastikan pekerja terbebas dari bahaya-bahaya yang ada di tempat kerja.

C. TANGGUNG JAWAB PENGAMBIL KEBIJAKKAN TERHADAP LINGKUNGAN

Tinjauan historis landasan hukum bagi pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia. Titik tolak pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia sebagai

manifestasi konkrit dari upaya-upaya sadar, bijaksana dan berencana dimulai pada tahun 1982 dengan dikeluarkannya UU No.4 tahun 1982, Tentang:” Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup”. Selanjutnya diperbaharui melalui *UU No. 32 Tahun 2009*. Selanjutnya Dikeluarkan beberapa peraturan perundangan lain, baik ditingkat pusat maupun daerah

Upaya-Upaya Penegakan Hukum Lingkungan

Merupakan upaya untuk mencapai ketaatan terhadap peraturan dan persyaratan dalam ketentuan hukum yang berlaku secara umum dan individual, melalui pengawasan dan penerapan sanksi administratif, kepidanaan dan keperdataan.

Sarana Penegakan Hukum Lingkungan:

1. Sarana administratif (umumnya dalam bentuk Undang-undang, Peraturan Pemerintah, Kepres, Inpres, Keputusan Menteri, Perda, Keputusan Gubernur)
2. Sarana kepidanaan (tercermin dalam UU No. 5/1990 pasal 40 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya)
3. Sarana keperdataan (tercantum dalam UU no. 23/1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup,

Permasalahan Lingkungan yang Timbul

- ✓ Menurunnya daya dukung dan daya tampung lingkungan,
- ✓ Terjadinya penyusutan sumberdaya alam dan lingkungan,
- ✓ Permasalahan lingkungan buatan,
- ✓ Penerapan standar mutu lingkungan hidup yang masih lemah,

- ✓ Masalah pemanfaatan dan pengurusan sumber daya alam (hutan, tanah, sumberdaya air, keanekaragaman hayati dan sumberdaya pesisir dan laut),
- ✓ Terjadinya bencana alam,
- ✓ Pencemaran lingkungan.

Faktor Penyebab Belum Optimalnya Pengelolaan Lingkungan Hidup

1. Perangkat hukum dan kebijakan nasional maupun daerah mungkin sudah ada, namun kesadaran dan tanggung jawab para pengambil keputusan, pelaku pembangunan dan masyarakat masih kurang,
2. Masih terdapat jenis usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak besar dan penting namun belum memiliki AMDAL atau unit pengelolaan lingkungan atau unit pemantauan lingkungan, sementara izin untuk melakukan usaha dan/atau kegiatan tersebut sudah berjalan,
3. Terdapat kasus orang yang mengimpor limbah dari luar wilayah Indonesia dengan cara yang illegal,
4. Adalah sulit untuk menjamin pelestarian fungsi lingkungan hidup, karena juga tidak mudah untuk menjamin bahwa setiap usaha dan/atau kegiatan tidak melanggar baku mutu dan kriteria baku kerusakan lingkungan

5. Belum semua orang mempergunakan haknya untuk berperan dalam pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku,
6. Tidak semua orang juga memerlukan dan memanfaatkan informasi lingkungan hidup,
7. Tidak semua orang menyadari haknya untuk berperan dalam menyampaikan informasi dan/atau menyampaikan laporan, serta memberikan saran pendapat dalam pengelolaan lingkungan hidup.

MATERI 11

KESEHATAN LINGKUNGAN INDUSTRI LANJUTAN

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Nilai Ambang Batas dan indeks biologi, berbagai bahaya potensi (kimia, fisika, dan biologi) yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan karyawan dan lingkungan sekitar.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam perkuliahan, tanya jawab dan diskusi.

Pada umumnya penilaian paparan bahan kimia terhadap manusia adalah dengan cara pemantauan lingkungan. Telah diketahui bahwa untuk mengevaluasi suatu paparan bahan kimia terhadap manusia, tergantung dari faktor sifat fisikokimia suatu bahan, higiene manusia itu sendiri serta beberapa faktor biologi antara lain umur dan jenis kelamin.

Untuk mempelajari kandungan bahan kimia di dalam tubuh manusia dan efek biologi dari bahan kimia tersebut dipakai metode pemantauan biologi (biological monitoring). Keuntungan dari pemakaian metode ini adalah terkaitnya bahan kimia secara sistematis yang dapat dipakai untuk memperkirakan risiko yang terjadi.

A. NILAI AMBANG BATAS DAN INDEKS BIOLOGI

Biomonitoring adalah pengujian sampel dari manusia, seperti darah dan air kemih, untuk mengetahui metabolisme kimiawi. Kapasitas ini adalah kunci dari fungsi inti untuk efektivitas sebuah laboratorium kesehatan masyarakat. Tanpa

biomonitoring, diagnosis dan pengobatan terhadap paparan bahan kimia dapat tertunda.

Biomonitoring adalah alat yang penting untuk pencegahan penyakit. Ketika hal ini dikombinasikan dengan usaha penelusuran penyakit, biomonitoring memungkinkan petugas kesehatan masyarakat untuk mengerti dengan lebih baik apa, dimana dan kapan keterpaparan terjadi, hal inilah yang dikaitkan dengan faktor-faktor lingkungan.

Dalam hubungannya dengan risiko terhadap kesehatan, pendekatan pemantauan biologi dan pemantauan ambien terhadap risiko kesehatan dapat dinilai dengan beberapa cara. Cara tersebut antara lain membandingkan hasil perhitungan parameter dengan nilai perkiraan maksimum yang diperkenankan yaitu *Threshold Limit Value (TLV)* atau *Biological Limit Value (BLV)*.

Kegiatan monitoring dapat dipakai untuk mengevaluasi risiko kesehatan yang berhubungan dengan bahan polutan. Dikenal ada 3 jenis monitoring yaitu:

1. Monitoring ambien untuk menilai risiko kesehatan Monitoring ambien tersebut digunakan untuk memonitor paparan eksternal dari bahan kimia untuk mengetahui berapa kadar bahan kimia di dalam air, makanan, dan udara,
2. Monitoring biologi dari paparan (MB paparan) Monitoring biologi suatu paparan adalah pemantauan suatu bahan yang mengadakan penetrasi ke dalam tubuh dengan efek sistemik yang membahayakan. Monitoring biologi dari suatu paparan dapat dipakai untuk mengevaluasi risiko kesehatan. Monitoring biologi tersebut dilaksanakan dengan memonitor

dosis internal dari bahan kimia, misalnya jumlah dosis efektif yang diserap oleh organisme,

3. Monitoring biologi dari efek toksikan (health surveillance) Tujuan monitoring biologi dari efek toksikan adalah memprediksi dosis internal untuk menilai hubungannya dengan risiko kesehatan, mengevaluasi status kesehatan dari individu yang terpapar dan mengidentifikasi tanda efek negatif akibat suatu paparan, misalnya kelainan fungsi paru.

Oleh ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienist) dikembangkan konsep TLV (*Threshold Limit Value*) atau Nilai Ambang Batas (NAB) yang menunjukkan suatu kadar yang manusia dapat menghadapinya secara fisiologik tanpa terganggu kesehatannya.

Terdapat 3 (tiga) kategori NAB yang spesifik, yakni :

- NAB rata-rata selama jam kerja atau TLV-TWA (*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*) yakni kadar bahan kimia diudara tempat kerja selama 8 jam sehari atau 40 jam seminggu yg hampir semua tenaga kerja dapat terpajan berulang kali sehari-hari dalam melakukan pekerjaan tanpa terganggu kesehatannya.

- NAB batas pemajanan singkat atau TLV-STEL (*Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit*) atau PSD (Pemajanan Singkat yang Diperkenankan) yakni kadar bahan kimia yang diperkenankan untuk pemajanan tidak lebih dari 15 menit atau tidak lebih dari 4 kali pemajanan per hari. Interval antara dua periode pemajanan tidak boleh kurang dari 60 menit.

NAB tertinggi atau TLV-C (*Threshold Limit Ceiling*) yakni kadar tertinggi bahan kimia di udara tempat kerja yang tidak boleh dilewati selama melakukan pekerjaan. Sering di sebut juga sebagai KTD (Kadar Tertinggi yang Diperkenankan).

Nilai Ambang Batas (NAB) adalah:

Standar faktor bahaya ditempat kerja sebagai pedoman pengendalian agar tenaga kerja masih dapat menghadapinya tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

NAB, Kadar Tertinggi Yang Diperkenankan (ktd)

NAB, Paparan Singkat Yang Diperkenankan (psd)

Mencari Nab Campuran Dapat Digunakan Rumus

Rumus umum untuk mengetahui dilampaui atau tidak NAB campuran dari zat-zat kimia tersebut adalah sebagai berikut:

$$C_1/NAB_1 + C_2/NAB_2 + \dots + C_n/NAB_n = \dots \quad (1)$$

dengan:

C_1 adalah kadar zat kimia ke1
 C_2 adalah kadar zat kimia ke2
 C_n adalah kadar zat kimia ke n
 NAB_1 adalah NAB zat kimia (1);
 NAB_2 adalah NAB zat kimia (2);
 NAB_n adalah NAB zat kimia (n).

Apabila jumlahnya lebih dari 1 (satu), berarti Nilai Ambang Batas campuran telah dilampaui.



CONTOH:

Udara di tempat kerja diukur kadarnya masing-masing, mengandung 400 bds Aseton (NAB = 750 bds), 150 bds Butil asetat skundair (NAB = 200 bds) dan 100 bds Metil etil keton (NAB = 200 bds).

Rumus (1) : $C_1/NAB(1) + C_2/NAB(2) + \dots + C_n/NAB(n) = \dots$

$$400/750 + 150/200 + 100/200 = 1,78$$

Dari rumus (1) hasilnya didapatkan lebih dari 1, jadi kadar zat kimia campuran di udara tempat kerja tersebut telah melampaui NAB campuran.

$$\begin{aligned} \text{Kadar campuran} &= C_1 + C_2 + C_3 \\ &= 400 \text{ bds} + 150 \text{ bds} + 100 \text{ bds} = 650 \text{ bds} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NAB campuran} &= (C_1 + C_2 + \dots + C_n) / [(C_1/NAB(1)) + (C_2/NAB(2)) + \dots + (C_n / NAB(n))] \\ &= (400 + 150 + 100) / [(400/750) + (150/200) + (100/200)] \\ &= 650/1,78 \\ &= 365,2 \text{ bds} \end{aligned}$$

Dengan demikian kadar zat kimia campuran tersebut di atas telah melampaui NAB campuran.

B. BERBAGAI BAHAYA POTENSI (KIMIA, FISIKA, DAN BIOLOGI) YANG DAPAT MENIMBULKAN GANGGUAN KESEHATAN KARYAWAN DAN LINGKUNGAN SEKITAR

Klasifikasi Bahaya: Bahaya di lingkungan kerja dapat didefinisikan sebagai segala kondisi yang dapat memberi pengaruh yang merugikan terhadap kesehatan atau kesejahteraan *Karyawan*. Faktor bahaya di lingkungan kerja meliputi faktor Kimia, Biologi, Fisika, Fisiologi dan Psikologi.

Pengertian Potensi Bahaya Bahan Kimia di dalam tempat kerja meliputi bentuk padat (Partikel, Cair, Gas, Kabut, Aerosol, dan Uap yang berasal dari bahan Kimia, Sebagai mana yang tertuang dalam Permenakertransi, No. PER. 13/MEN/X/2011. Tentang Nilai Ambang Batas (NAB) Fisika Kimia di Tempat Kerja.

Bahaya Bahan Kimia Di Tempat Kerja

- ✓ Bahan kimia berbahaya
- ✓ Bahan kimia mudah meledak
- ✓ Bahan kimia mudah terbakar
- ✓ Bahan kimia beracun
- ✓ Bahan kimia korosif
- ✓ Bahan kimia radioaktif
- ✓ Bahan kimia oksidator
- ✓ Bahan kimia reaktif
- ✓ Bahan kimia reaktif terhadap air

Bahaya Kesehatan Akibat Paparan Bahan Kimia

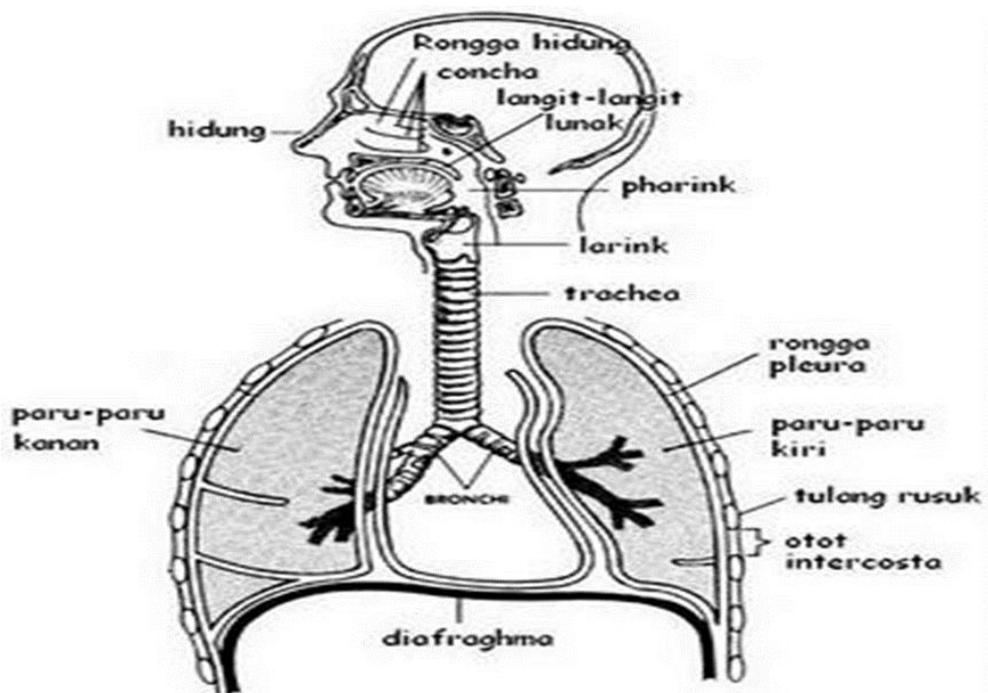
Jalur Masuk

- ✓ Pernapasan (Inhalation)
- ✓ Kulit (Skin Absorption)
- ✓ Tertelan (Ingestion)

Pengaruh Gabungan dari Bahan-Bahan Kimia

- ✓ Iritasi Kulit
- ✓ Iritasi Mata
- ✓ Saluran Pernapasan

- ✓ Reaksi Alergi
- ✓ Kekurangan Zat Asam
- ✓ Kehilangan Kesadaran & Mati Rasa
- ✓ Keracunan Sistemik
- ✓ Kanker
- ✓ Efek Reproduksi
- ✓ Paru-Paru Kotor



bahan- bahan kimia yang menyebabkan dermatitis apabila kontak dengan kulit



Bahaya Kimia

Jalan masuk bahan kimia ke dalam tubuh:

- ✓ Pernapasan (inhalation),
- ✓ Kulit (skin absorption)
- ✓ Tertelan (ingestion)

Racun dapat menyebabkan efek yang bersifat akut,kronis atau kedua-duanya.

Korosi : Bahan kimia yang bersifat korosif menyebabkan kerusakan pada permukaan tempat dimana terjadi kontak. Kulit, mata dan sistem pencernaan adalah bagian tubuh yang paling umum terkena. Contoh : konsentrat asam dan basa , fosfor.

Iritasi dan alergi: Iritasi menyebabkan peradangan pada permukaan di tempat kontak. Iritasi kulit bisa menyebabkan reaksi seperti eksim atau dermatitis. Iritasi pada alat-alat pernapasan yang hebat dapat menyebabkan sesak napas, peradangan dan oedema (bengkak). Contoh:

- Kulit: asam, basa, pelarut, minyak.
- Pernapasan: amonia, nitrogen dioxide, chlorine, bromine,

Bahaya Biologi

Bahaya biologi dapat didefinisikan sebagai debu organik yang berasal dari sumber-sumber biologi yang berbeda seperti virus, bakteri, jamur, protein dari binatang atau bahan-bahan dari tumbuhan seperti produk serat alam yang terdegradasi. Bahaya biologi dapat dibagi menjadi dua yaitu yang menyebabkan

infeksi dan non-infeksi. Bahaya dari yang bersifat non infeksi dapat dibagi lagi 9 menjadi organisme viable, racun biogenik dan alergi biogenik sebagai berikut:

1. Organisme viable dan racun biogenic. Termasuk di dalamnya jamur, spora dan mycotoxins; Racun biogenik termasuk endotoxins, aflatoxin dan bakteri.
2. Alergi Biogenik. Termasuk di dalamnya adalah: jamur, animal-derived protein, enzim.
3. Bahan alergen dari pertanian berasal dari protein pada kulit binatang, rambut dari bulu dan protein dari urine dan feaces binatang.

Mengontrol bahaya dari faktor biologi

Faktor biologi dan juga bahaya-bahaya lainnya di tempat kerja dapat dihindari dengan pencegahan antara lain dengan :

1. Penggunaan masker yang baik untuk pekerja yang berisiko tertular lewat debu yang mengandung organism patogen
2. Mengkarantina hewan yang terinfeksi dan vaksinasi
3. Imunisasi bagi pekerja yang berisiko tertular penyakit di tempat kerja
4. Membersihkan semua debu yang ada di sistem pendingin paling tidak satu kali setiap bulan.
5. Membuat sistem pembersihan yang memungkinkan terbunuhnya mikroorganisme yang patogen pada system pendingin.

Bahaya Fisika

Getaran, Kebisingan, Pencahayaan, Radiasi ultraviolet : pengelasan. Radiasi Inframerah : furnaces/ tungku pembakaran. Laser : komunikasi, pembedahan.

Bahaya Psikologis : Stress

Bahaya Fisiologis :Pembebanan Kerja Fisik . Pembebanan tidak melebihi 30 – 40% dari kemampuan kerja maksimum tenaga kerja dalam jangka waktu 8 jam sehari. Berdasarkan hasil beberapa observasi, beban untuk tenaga Indonesia adalah 40 kg . Penetapan kemampuan kerja maksimum sangat sulit, parameter praktis yang digunakan adalah pengukuran denyut nadi yang diusahakan tidak melebihi 30-40 permenit di atas denyut nadi sebelum bekerja.

Resiko Bahaya Biologi Di Tempat Kerja

Resiko Bahaya Faktor Biologi Di Lingkungan Tempat Kerja Yaitu, Melallui Agent Penyebat Penyakit, seperti:

- ✓ Mikroorganisme (bakteri, virus, fungi)
- ✓ Arthropoda (searngga, dll)
- ✓ Tumbuhan Tingkat Tinggi (toksin & alergi)
- ✓ Vertebrata (protein allergen, urine, saliva, faeces, yang membentuk spora)
- ✓ Invertebrata (cacing, protozoa)

Cara Penularan Kedalam Tubuh Manusia

1. Melalui Saluran Pernapasan (Spora, debu)
2. Melalui Mulut (Makanan & Minuman)
3. Melalui Kulit (Kulit utuh, Kulit Rusak, Gigitan Serangga)

Upaya Pencegahannya

- ✓ Penggunaan masker

- ✓ Mengkarantinakan hewan yang terinfeksi & vaksinasi
- ✓ Imunisasi bagi pekerja yang beresiko tertular penyakit di tempat kerja
- ✓ Membersihkan semua debu yang ada di sistem pendingin
- ✓ Membuat sistem pembersihan yang memungkinkan terbunuhnya mikroorganisme

MATERI 12

PENYEHATAN MAKANAN DAN MINUMAN

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan Prinsip pengelolaan makanan, Kerusakan makanan, Hubungan antara makanan dan sumber penyakit, Cara pengawasan kontaminasi makanan, Prinsip-prinsip dasar pencegahan pencemaran makanan oleh faktor biologi, kimia, dan fisik.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam perkuliahan, tanya jawab dan diskusi.

Apa Itu Makanan?.

Adalah kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan setiap saat & memerlukan pengolahan yang baik dan benar agar bermanfaat bagi tubuh. WHO, batasan makan tidak termasuk air, obat-obatan dan substansi-substansi yang diperlukan untuk tujuan pengobatan.

Makanan yang dikonsumsi harus memenuhi kriteria, bahwa makanan tersebut layak untuk dimakan, maka perlu diperhatikan:

- ✓ Berada dalam derajat kematangan yang dikehendaki
- ✓ Bebas dari pencemaran di setiap produksi & penanganan selanjutnya
- ✓ Bebas dari perubahan fisik, kimia yg tidak dikehendaki, sebagai akibat dari pengaruh enzim, aktifitas mikroba, hewan pengeret, serangga.
- ✓ Bebas dari mikroorganisme & parasit yg menimbulkan penyakit yg diantar oleh makanan

A. PRINSIP PENGELOLAAN MAKANAN

Upaya untuk mengendalikan faktor makanan, orang, tempat dan peralatan/perlengkapannya, yang dapat atau mungkin dapat menimbulkan penyakit dan atau gangguan kesehatan lainnya. Diperolehnya makanan yg sehat, aman, dan diterima masyarakat /konsumen, dan produktif.

Undang – Undang Penyehatan Makanan

1. UU No.: 23 Tahun 1992 ttg Kesehatan
2. UU No.: 7 Tahun 1996 ttg Pangan
3. Permenkes No.: 382/Menkes/Per/VI/1989 ttg Pendaftaran Makanan.
4. Permenkes No.: 180/Menkes/Per/IV/1985 ttg Makanan Daluarsa
5. Permenkes No.: 208/Menkes/Per/IV/1985 ttg Pemanis Buatan
6. Permenkes No.: 239/Menkes/Per/V/1985 ttg Zat Warna Tertentu yg dinyatakan sbg Bahan Berbahaya
7. Permenkes No.: 712/Menkes/Per/X/1986 ttg Persyaratan Kesh. Jasa Boga
8. Permenkes No.: 362/Menkes/Per/IV/1998 ttg Perubahan Permenkes No.: 712/Menkes/Per/X/1986
9. Permenkes No.: 304/Menkes/Per/IV/1989 ttg Persyaratan Kesh. Rumah Makan & Restoran
10. Kep. Dirjen PPM & PL No.: 55-1/PD.03.04.LP. Tgl. 28 Mart 1991 ttg Tatacara Memperoleh Sertifikat Laik Penyehatan, serta Pengawasan dan Penetapan Tingkat Mutu Kesh.RM & Restoran
11. Permenkes No.: 236/Menkes/Per/IV/1997 ttg Persyaratan Kesh. Makanan Jajanan (Makjan)
12. Kep. Dirjen PPM & PL No.: HK.00.06.6.812 Tgl. 23 Okt 1997 ttg Pemb. & Pengwsan Sanitasi Makjan
13. Kepmenkes No.: 82/Menkes/SK/I/1996 ttg Pencantuman Tulisan "Halal" pd Label Makanan.
14. Kepmenkes No.: 924/Menkes/SK/VI/1996 ttg Perubahan Kepmenkes No.: 82/Menkes/SK/I/1996.

Prinsip Pengelolaan Makanan

1. Pemilihan bahan makanan

Sumber bahan makanan yang baik. Bahan mknan dibedakan: bahan makanan mentah (segar), makanan terolah (pabrikan), makanan siap santap.

2. Penyimpanan bahan makanan

Khususnya utk mencegah pencemaran oleh mikroorganisme perlu dipelajari:

- 1) sifat dan karakteristik bakteri;

- 2) cara penyimpanan makanan;
- 3) hubungan antara suhu dan waktu;
- 4) administrasi penyimpanan.

3. Pengolahan makanan

- ✓ Persiapan tempat pengolahan;
- ✓ Persiapan rancangan menu;
- ✓ Peralatan masak;
- ✓ Peralatan makan & minum;
- ✓ Wadah penyimpanan makanan;
- ✓ Sarana penyajian (display);
- ✓ Rak penyimpanan;
- ✓ Peralatan untuk pencucian;
- ✓ Pelindung pencemaran;
- ✓ Fasilitas sanitasi;
- ✓ Pemilihan bahan sortir;
- ✓ Peracikan bahan;
- ✓ Persiapan bumbu;
- ✓ Persiapan pengolahan; dan
- ✓ Prioritas dalam memasak.

4. Penyimpanan makanan masak

Karakteristik pertumbuhan bakteri pada makanan masak:

- 1) kadar air makanan;
- 2) jenis makanan; dan

3) suhu makanan.

Cara penyimpanan makann masak: wadah, suhu, *holding time*.

5. Pengangkutan makanan

Pengangkutan bahan makanan; Pengangkutan makanan siap santap.

6. Penyajian makanan

Makanan siap santap hrs laik santap, yaitu telah memenuhi uji *organoleptif* & biologik. Perlu diperhatikan:

- ✓ Tempat penyajian
- ✓ Cara penyajian
- ✓ Prinsip penyajian
- ✓ Sampel atau contoh

B. KERUSAKAN/KERACUNAN MAKANAN

Jenis-Jenis Kerusakan Makanan:

1. *Kerusakan Fisiologis*, Akibat adanya reaksi metabolisme atau enzim yang berlebihan pada bahan makanan (pembusukan), Contoh enzim pektinase yang terdapat pada buah-buahan yang mengakibatkan buah menjadi lunak;
2. *Kerusakan Biologis*, Kerusakan bahan makanan oleh organisme perusak. Contoh rodentia, serangga/unggas yang masuk ke dalam bahan makanan. Akibatnya menyusutnya bahan panen, berkurangnya nilai gizi bahan panen, dan terkontaminasinya bahan panen oleh mikroorganisme;
3. *Kerusakan Patologis*, Kerusakan bahan makanan karena adanya penyakit pada bahan makanan;

4. *Kerusakan Mekanis*, Adanya benturan antara bahan makan yang dipanen dengan wadah penyimpanan;
5. *Kerusakan Fisik*, Kerusakan bahan makanan akibat temperatur/suhu yang tidak sesuai dengan bahan makanan;
6. *Kerusakan Kimia*, Kerusakan bahan makanan akibat adanya reaksi kimia pada bahan makanan.

Tanda-Tanda Kerusakan Pada Bahan Makanan

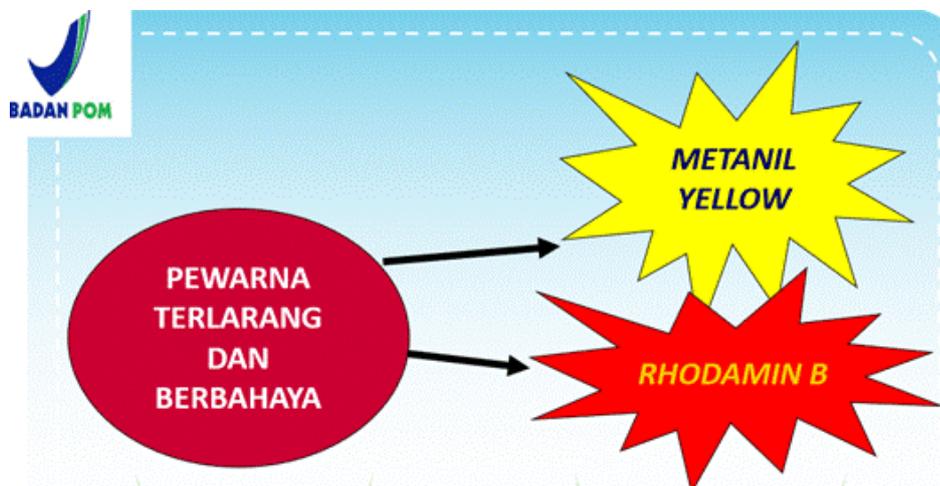
1. Contoh Kerusakan Mikrobiologi Pada Makanan Kaleng:
 - Tidak Terbentuk Gas, kaleng keliatan normal, Busuk asam, terbentuknya asam oleh bakteri pembentuk spora yang tergolong *Basillus*.
 - Busuk Sulfida, pertumbuhan bakteri pembusuk spora terjadi pemecahan protein menjadi hidrogen sulfida, makanan kaleng berwarna hitam, karena reaksi sulfida dengan besi
 - Terbentuk gas hidrogen dan karbon dioksida, kaleng menjadi kembung
 - Pertumbuhan bakteri pembentuk spora yg bersifat anaerobik tergolong *Clostridium* yang mematikan.

Bahaya keracunan makanan dapat menyebabkan:

- a) Sumber, dapat menularkan kepada orang lain sebagai pembawa kuman, tidak sakit tetapi dapat menyebarkan penyakit kepada orang lain dan keluarga;
- b) Kehilangan produktifitas karena tubuh menjadi lemah, kesadaran menurun, dan gangguan kesehatan lainnya;
- c) Pemborosan ekonomi karena akibat dari keracunan mengeluarkan biaya pengobatan dan rehabilitasi.

Tanda-tanda umum keracunan

- a) *Keracunan infeksi bakteri* biasanya ditandai dengan demam, sakit kepala, mual, sakit perut dan diare;
- b) *Keracunan karena toksin bakteri* biasanya ditandai dengan demam, sakit kepala, mual, sakit perut, disertai dengan lemah badan, diare kadang bercampur dengan darah;
- c) *Keracunan kimia akibat pestisida atau logam berat*, ditandai dengan badan lemah, kesadaran menurun, tubuh dingin, mual muntah, kadang mulut berbusa, biasanya menimbulkan kematian;
- d) *Keracunan karena racun alam* ditandai dengan demam, sakit kepala, mual, sakit perut, kejang, sakit otot, dan kadang diare.



Pengawet Berbahaya

Boraks: baso, mie basah, pisang molen, lemper, buras, siomay, lontong, ketupat, dan pangsit, lebih kompak (kenyal) teksturnya dan memperbaiki penampakan antiseptik dan pembunuh kuman

Formalin: tahu & mie basah, mengawetkan mayat & organ tubuh

C. HUBUNGAN ANTARA KEBERSIHAN MAKANAN DAN SUMBER PENYAKIT.

Hygiene & Sanitasi

Hygiene? Upaya kesehatan dalam memelihara dan melindungi kebersihan subyeknya.

- Kebiasaan mencuci tangan,
- Membuang bagian makanan yg rusak,
- Mandi minimal 2 kali sehari dalam memelihara & melindungi kebersihan badan,
- Menggunakan masker di tempat kerja yg berdebu.

Prinsip Pengelolaan Makanan (Mukono, 2004)

- ✓ *Faktor Lingkungan* (bangunan, peralatan, fasilitas, sanitasi)
- ✓ *Faktor Manusia* (fisik, pakaian pekerja, perilaku, pengetahuan yg dimiliki)
- ✓ *Faktor Makanan* (pemilihan bahan makan, pengelolaan makanan, penyimpanan, penangkutan, dan penyajian)

6 Prinsip yang harus diperhatikan dalam pengelolaan makanan:

1. Keadaan bahan makanan (mudah rusak, sumbernya harus jelas);
2. Cara penyimpanan bahan makanan (penyimpanan ditempat khusus/gudang, tersusun degang baik, suhu penyimpanan yang baik);
3. Proses pengolahan (tempat pengolahan, tenaga pengolahan, cara pengolahannya);
4. Cara pengangkutan makanan yang telah masak (makanan panas pada suhu 60 derajat, makanan dingin 4 derajat);

5. Cara penyimpanan makan (mudah busuk pd suhu dingin kecil dari 4 derajat, yang disajikan lebih dari 6 jam pada suhu -5 s.d -1 derajat);
6. Cara penyajian makanan masak (dijaga tidak terhindar dari pencemaran bercampur dengan makanan lain, petrugas menyajikan hrs bersih).

Hubungan Antara Makanan & Sumber Penyakit

1. Bahan kimia yang masuk ke dalam badan dapat mempengaruhi fungsi tubuh (gangguan kesehatan atau keracunan dapat menimbulkan kematian).
2. Penyebaran racun dalam tubuh melalui makan (melalui jalan pencernaan, peredaran darah, dan organ tumbuh lainnya).
3. Racun yang masuk ketubuh akan mengalami proses detoksikasi (*denetralisasi*) di dalam hati (jika jumlahnya sedikit, jika jumlahnya besar maka hati mengalami kerusakan).
4. Berat badan naik & turun (lemak & karbohidrat)
5. Penyakit diabetes (kebanyakan makan gula)
6. Darah tinggi (kebanyakan makan garam)
7. Dan lain-lain

Cara menjaga kebersihan di tempat kerja dan lingkungan rumah dari sumber penyakit:

- Menyediakan air bersih di industri
- Menyediakan tempat sampah di tempat kerja.
- Menyediakan kamar kecil di tempat kerja.
- Menyediakan kamar mandi sesuai persyaratan.
- Menyediakan ventilasi dapur yang sesuai.

D. CARA PENGAWASAN KONTAMINASI MAKANAN

Cara Pengawasan Kontaminasi Makanan,

Suhu Optimum Buah-Buahan untuk di Kosumsi

Bahan	Suhu Terbaik	Kerusakan jika di bawah suhu optimum
Alpukat	7.5	Coklat bagian dalam
Anggur	7.5	Luka, bopeng, coklat dalam
Apel	1 – 2	Coklat dalam, lunak dan pecah
Jeruk	2 – 3	Kulit tidak beraturan
Mangga	10	Warna pucat bagian dalam
Nenas ⁺⁺)	10 – 30	Lembek
Pepaya	7.5	Pecah
Pisang	13.5	Warna gelap jika masak

Cara Pengawasan Kontaminasi Makanan

Enam prinsip hygiene sanitasi makanan

A. *Prinsip 1*, pemilihan bahan makanan

- 1) Bahan makanan yang mentah,
- 2) Bahan yang terolah pabrik.

B. *Prinsip 2*, penyimpanan bahan makanan, yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan bahan makanan:

- 1) Suhu penyimpanan yang baik,
 - a) Makanan jenis daging, ikan, udang: Menyimpan sampai 3 hari: -5 – 0c,

c) Makanan jenis telur, susu, dan olahannya: - Penyimpanan sampai 3 hari: -5° sampai 7°c,

d) Makanan jenis sayuran dan minuman dengan waktu penyimpanan paling lama 1 minggu yaitu 7° sampai 10°c.

e) Tepung, biji-bijian dan umbi kering pada suhu kamar (25°c)

C. Prinsip 3, pengolahan makanan

- Pengolahan makanan yang baik adalah yang mengikuti prinsip-prinsip hygiene dan sanitasi,
- Tempat pengolahan makanan,
- Dapur tempat dimana makanan diolah menjadi makanan terolah atau makanan yan siap saji maka memerlukan kriteria sebagai berikut:
 - Permukaan dalam dinding harus rata, tidak menyerap air, mudah dibersihkan,
 - Ventilasi harus cukup,
 - Harus ada tempat sampah yang memenuhi persyaratan,
 - Tersedia saluran pembuangan air bekas.

D. Prinsip 4, penyimpanan makanan masak;

Tujuannya yaitu mencegah pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Mengawetkan makanan dan mengurangi pembusukan.

Cara Pengawasan Kontaminasi Makanan

1. Pemilihan bahan makanan (bahan makanan mentah & olahan pabrik),
2. Penyimpanan bahan makanan (ikan, daging. Telur, susus, sayuran, tepung, bijia-bijian dll),

3. Sanitasi gudang penyimpanan bahan makanan.

Usaha pencegahan pencemaran bahan makan

1. Perlakuan penurunan kadar air (penegeringan)
2. Perlakuan pemanasan (membunuh mikroba, mengawetkan)
3. Perlakuan dengan suhu rendah (pendinginan & pembekuan)
4. Perlakuan dengan bahan kimia (fermentasi & foo additive)

E. PRINSIP-PRINSIP DASAR PENCEGAHAN PENCEMARAN MAKANAN OLEH FAKTOR BIOLOGI, KIMIA, DAN FISIK

Makanan yang dikonsumsi hendaknya memenuhi kriteria bahwa makanan tersebut layak untuk dimakan dan tidak menimbulkan penyakit, diantaranya :

1. Berada dalam derajat kematangan yang dikehendaki
2. Bebas dari pencemaran di setiap tahap produksi dan penanganan selanjutnya.
3. Bebas dari perubahan fisik, kimia yang tidak dikehendaki, sebagai akibat dari pengaruh enzim, aktifitas mikroba, hewan pengerat, serangga, parasit dan kerusakan-kerusakan karena tekanan, pemasakan dan pengeringan.
4. Bebas dari mikroorganisme dan parasit yang menimbulkan penyakit yang dihantarkan oleh makanan (*food borne illness*).

Bahaya Biologi

1. *Bahaya biologis* adalah bahaya berupa cemaran mikroba penyebab penyakit (patogen), virus, dan parasit yang dapat menyebabkan keracunan atau penyakit jika termakan oleh manusia.

2. *Cemaran mikroba* ini berasal dari udara, tanah air dan tempat-tempat lainnya yang kotor. Demikaian juga virus hepatitis A dan parasit misalnya cacing dapat berasal dari lingkungan yang kotor.
3. *Umumnya cemaran mikroba dibawa oleh hama* yaitu serangga seperti lalat, kecoa dan binatang pengerat seperti tikus, dan binatang pembawa penyakit lainnya.

Bahaya Kimia

Bahan Kimia Timbul Dalam Pangan :

- Bahan pangan seperti sayuran dan buah-buah dapat tercemar pestisida,
- Sayuran dapat tercemar logam berbahaya karena selalu disiram dengan air sungai yang tercemar oleh logam berbahaya dari buangan industri kimia,
- Beberapa jenis ikan laut mengandung racun alami yang dapat membahayakan manusia jika termakan,
- Kacang tanah telah berjamur mungkin ditumbuhi kapang *Aspergillus flavus* yang menghasilkan sejenis racun yang disebut aflatoksin,
- Tempe bongkrek dapat tercemari racun bongkrek sebagai akibat dari proses pembuatan yang salah.

Bahaya Fisika

Bahaya fisik adalah bahaya karena adanya cemaran-cemaran fisik seperti benda-benda asing yang dapat membahayakan manusia jika termakan, seperti pecahan gelas, pecahan lampu, pecahan logam, paku, potongan kawat, kerikil, stapler dan benda-benda asing lainnya.

Bahan pangan dapat mengalami kerusakan dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada jenisnya, seperti digolongkan sebagai berikut:

1. Bahan pangan yang mudah rusak, misalnya bahan pangan yang berasal dari hewan seperti daging, susu, telur dan ikan;
2. Bahan pangan yang agak mudah rusak, misalnya sayuran dan buah-buahan, dan;
3. Bahan pangan yang tidak mudah rusak, misalnya biji-bijian dan kacang-kacangan yang kering seperti gabah kering, jagung pipil kering dan kacang kedelai kering.

Cara Menghindari Dari Bahaya Dalam Pangan:

- *Untuk menghindari bahaya biologis*, jauhkan atau lindungi bahan pangan atau makanan dari cemaran mikroba, misalnya dengan cara melindungi (menutup) bahan pangan atau makanan dari serangan hama seperti lalat, kecoa, tikus dan binatang pembawa penyakit lainnya. Memilih bahan pangan yang bermutu baik adalah suatu cara yang paling utama dalam menghindari bahaya biologis.
- *Untuk menghindari bahaya kimia*, jauhkan atau lindungi bahan pangan dari cemaran kimia, misalnya dengan mengolah pangan di tempat yang jauh dari sumber pencemaran seperti tempat penyimpanan pupuk, insektisida, oil dan sebagainya. Menggunakan bahan pangan yang bersih bebas pestisida adalah cara lainnya untuk menghindar dari bahaya kimia.

- *Untuk menghindari bahaya fisik, gunakan hanya bahan yang sudah bersih dari kerikil, dan/atau cemaran fisik lainnya. Sortasi dan mencuci adalah tahap-tahap pengolahan yang baik untuk menghindari bahaya fisik.*

MATERI 13

TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT

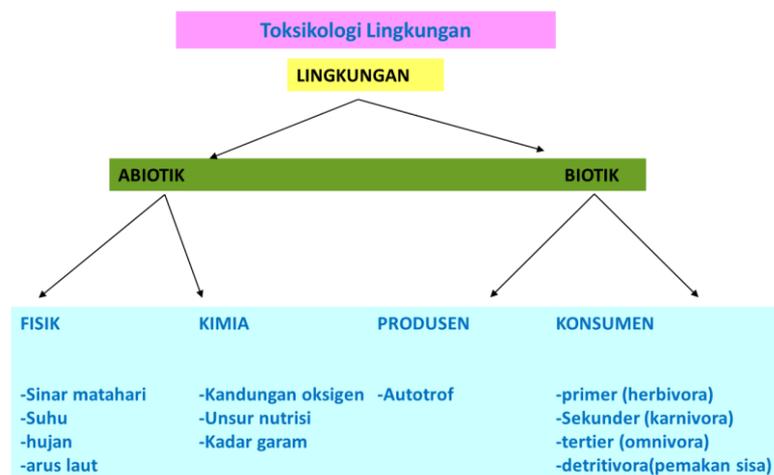
INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan toksikologi lingkungan dan kesehatan masyarakat, toksikologi experimental.
- Keaktifan serta keterlibatan/partisipasi mahasiswa dalam perkuliahan, tanya jawab dan diskusi.

Disiplin Ilmu Terkait Toksikologi

- Ilmu Kedokteran (toksikologi klinik)
- Ilmu Kimia & Biokimia: (toksikologi - lingkungan: umum, industri)
- Ilmu Faal Kerja
- Ilmu Psikologi
- Ilmu Farmakologi
- Ilmu Pertanian

A. TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT



Toksikologi Lingkungan:

Resiko penggunaan berulang bahan kimia pada masyarakat:

- * Obat-obatan: Ketergantungan obat, keracunan akut/kronis
- * kosmetik: efek samping
- * Aditif: efek kronik tidak diinginkan
- * Pestisida: efek akut atau kronik tidak diinginkan

Emisi ekokinetika:

- Limbah udara :partikel padat , debu ,droplet ,asap, mist, aerosol,gas
- Limbah Cair : bahan kimia larut air, emulsi,kimia padat tidak larut air.
- Limbah padat : bahan kimia padat, biodegradable ,non biodegradable.

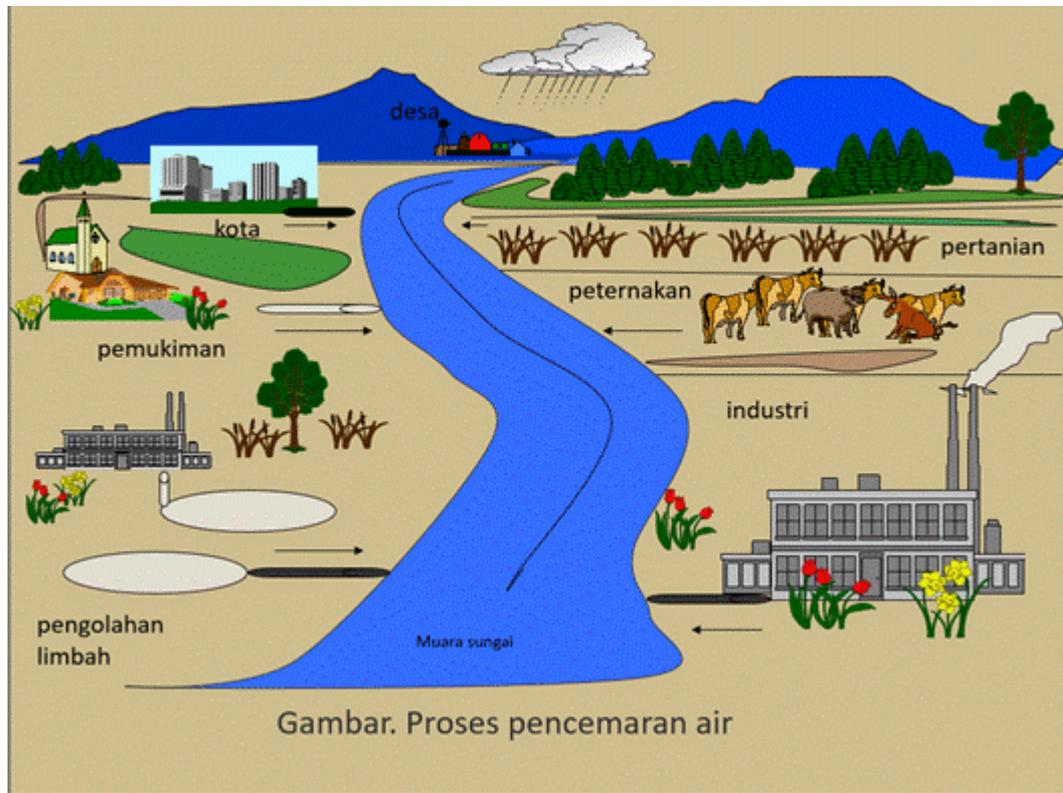
Fase pemaparan lingkungan ,derajat toksisitas tergantung □

- Dosis dan lama pemaparan,
- sifat fisik xenobiotik,
- sifat kimia xenobiotik,
- interaksi antar xenobiotik di lingkungan.

Organisme hidup

- dianggap sebagai host/pejamu
 - tergantung etnis
 - tergantung sifat genetika
 - tergantung cara hidup,kondisi sosial
 - ekonomi/kesehatan /penyakit
- menyertai

Pencemaran Air



Asal/ Jenis Air

1. Air sungai: Harus memenuhi kriteria: BOD, COD, DO, Tempat pembuangan limbah pabrik dan rumah tangga,
2. Danau/waduk: sering terjadi proses Eutrifikasi enceng gondok, disebabkan masuknya pupuk pertanian dalam waduk waktu hujan,
3. Laut: Pencemaran kimia toksik dan plastik, lumpur dari limbah, minyak, Tempat penampungan aliran muara sungai,
4. Air tanah Pencemaran dari bunker, bensin, bahan kimia. Karena bocornya tempat penyimpanan bahan kimia dibawah tanah.

Pencemaran air:



Gambar: Ilustrasi Pencemaran sungai



Gambar: Ilustrasi Pencemaran Laut

1. Mikro-organisme:

- Bakteri: typhoid, kolera, desentri, enteritis
- Virus: Hepatitis, polio
- Protozoa: amoeba, Giardia

Cacing: Schistosoma

2. Inorganik nutrisi tanaman Nitrat, fosfat

3. Limbah organik

4. Kimia inorganik Logam: Pb, Cd, Hg

5. Kimia organik: Minyak, plastik, pestisida, detergen

6. Sedimen: Pasir, lumpur

7. Radioaktif: Ra, U, dsb

Standar baku mutu air

Air sungai:

-Kekeruhan(mg/L)	150
-pH	5-9
-DO (oksigen terlarut	6
-BOD (mg/L)	10
-COD (mg/L)	20
-Partikel (mg/L)	150
Nitrat (mg/L)	10
Nitrit (mg/L)	1
Fosfat (mg/L)	0,5
Fenol mg/L)	0,002

Sembilan jenis bahan Gas Pencemaran Udara:

1. Oksida karbon: CO; CO₂
2. Oksida belerang SO₂; SO₃
3. Oksida nitrogen NO; NO₂; N₂O
4. Komponen organik volatil CH₄; C₆H₆
5. Suspensi partikel debu; karbon; logam; nitrat; sulfat; butiran cairan H₂SO₄; PCB; dioksin; pestisida
6. Oksida fotokimia
7. Substansi radioaktif

8. Panas

9. Suara

Catatan: Anak-anak peka terhadap polusi udara karena menghirup udara lebih banyak daripada orang dewasa. Kurang cepat bereaksi daripada orang dewasa dan lebih banyak bermain diluar ruangan.



Sumber Pencemar:

- Gas buang kendaraan bermotor
- Emisi pabrik: Industri
- Pembangkit tenaga listrik

Contoh: Asap rokok 1000 – 5000 ppm CO

Standar maksimum 9 ppm selama 8 jam,

Toksistas: -mirip flu, -silent killer, - Kronis: 5-6jam,

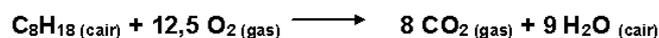
Gejala sakit kepala, pening, lemah, mual.

Dampak Polutan Udara Pada Kesehatan Dan Lingkungan.

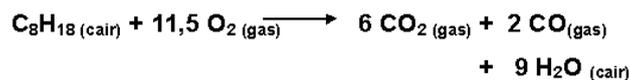
Karbon monoksida

- Emisi CO di negara berkembang, dengan nyata meningkat 40 % dari emisi dunia tahun 1980 sampai 58% dalam tahun 2005.
- CO adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa dan sedikit lebih berat dari udara. Penghirupan CO mempunyai dampak pada kesehatan manusia karena affinitas hemoglobin dalam darah untuk CO adalah kira-kira 240 kali dari affinitas untuk oksigen. Segera setelah terhirup, CO membentuk ikatan koordinasi dengan atom besi dari kompleks protohaem dalam hemoglobin untuk menghasilkan karboksihemoglobin (COHb).
- Tingkat COHb dalam manusia dapat mencapai 3 %. Kenaikan tingkat COHb adalah berbahaya untuk orang-orang yang berpenyakit hati dan pernapasan, wanita hamil, dan anak-anak. Tingkat COHb mendekati 1,2 sampai 1,5 % di dapatkan dalam populasi normal.

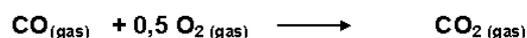
Secara teori semua atom karbon dalam bahan bakar dirobah menjadi karbon dioksida, jika oksigen cukup dalam campurannya di dalam karburator dari kendaraan bermotor sbb;



Bila campuran kaya terhadap bahan bakar dan terlalu sedikit udara sejumlah CO akan terbentuk:



Secara teori CO akan dirubah menjadi CO₂ di atmosfer :



- Tingkat 10% COHb belum mempunyai pengaruh.
- Tingkat antara 10–30% akan menyebabkan sakit kepala.
- Pada tingkat 30-40% menyebabkan sakit kepala yang hebat, lemah, mengurangi penglihatan dan kolapse.
- Bila 70-80% dapat menyebabkan meninggal dalam waktu beberapa jam,
- Dan pada 80-90 % meninggal dalam waktu kurang dari 1 jam.
- Apabila 90% dapat meninggal dalam waktu beberapa menit.

Mekanisme toksisitas

CO di Udara

Paru-paru

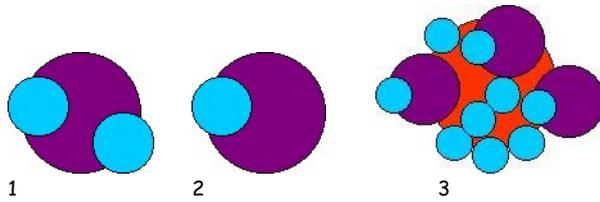
Darah

COHb-→Intensitas ikatannya 250XO₂

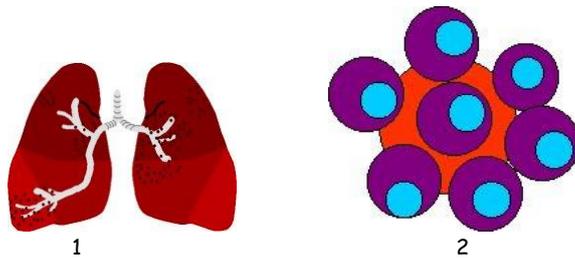
Jaringan kurang oksigen

Nekrosis

Mati



Gambar 1: carbon dioksida (1), carbom monoksida(2), Eritrocyt mengikat carbon-monoksida



Gambar: paru-paru (1), Eritrocyt mengikat carbon-monoksida, tak ada tempat ikatan untuk oksigen (2)

Timah hitam (Pb).

- Dampak neurologik, reproduktiv, dan kemungkinan hipertensi sebagai akibat Pb,
- Keracunan Pb dapat terjadi walaupun tanpa terkena paparan dosis utama Pb, karena badan mengakumulasi Pb dari waktu kewaktu dan keluarnya sedikit sekali,
- Kejadian medik sekarang memperlihatkan bahwa perkembangan system saraf otak anak-anak dapat terpengaruh pada tingkat Pb-darah 10 g/dl,
- Neuralgik dan kerusakan lainnya disebabkan oleh keracunan Pb mungkin irreversibel, dan pemaparan akut kadang-kadang menyebabkan kematian,
- Selain itu berdampak pada sel darah, dan metabolisme vitamin D dan kalsium. Korelasi yang pasti ditemukan antara tingkat Pb dalam bensin dan dalam aliran darah manusia,

- Sebagai catatan Penambahan Pb dalam bensin secara drastis menurun di AS antara tahun 1972 dan 1984, dan penurunan yang tajam dalam tingkat Pb lingkungan (ambien) sejalan dengan tingkat Pb darah yang di pantau pada saat yang sama. Kontributor Pb udara adalah metal smelter, Pabrik baterai, dan emisi dari fuel additives dan bensin bertimbal. Sumber utama dari bentuk organiknya adalah tetra-alkyl-lead additive bensin.

Gas Rumah Kaca (Karbon dioksida dan Pengaruh Rumah kaca)

- Peningkatan Karbon dioksida (CO₂), nitrous oksida (N₂O), metan (CH₄), ozon ground-level (O₃), dan khlorofluorokarbon (CFCs), Gas-gas ini menyerap radiasi inframerah (IR) dari bumi, dan berdampak permukaan bumi terselimuti oleh gas tersebut yang mengakibatkan panasnya terperangkap di bumi dan menyebabkan dampak rumah kaca.
- Perkiraan 50 % pemanasan global adalah kontribusi CO₂, CFCs adalah 20 %, metan (CH₄) adalah 16 %, ozon (O₃) ground-level kira-kira 8%, N₂O adalah 6 %. CFCs, CH₄, O₃, dan N₂O menyerap radiasi inframerah yang lebih efektif dari pada CO₂, dan secara keseluruhan kemampuan heat-trappingnya kemungkinan sama dengan CO₂.

Gejala Tosisitas CO

Tabel 1. Gejala toksisitas CO dan hubungannya dengan kadar CO dalam darah

COHb (%)	Gejala yang ditimbulkannya
0 – 10	Tidak ada gejala atau asymptomatik
10 – 20	Leher seperti tercekik, sedikit sakit kepala, dilatasi pembuluh darah tepi/kulit, dyspnea
20 – 30	Sakit kepala, fatigue, pening
30 – 40	Sakit kepala yang sangat, lemah, pening, gangguan penglihatan, mual, muntah dan kolaps
40 – 50	Mirip seperti diatas, kecenderungan terjadi kolaps sangat pasti, denyut nadi cepat, laju respirasi juga meningkat.
50 – 60	Pulsus nadi dan laju respirasi meningkat, konvulsi intermiten
60 – 70	Koma, konvulsi intermiten, dan mungkin kematian
70 – 80	Pulsus nadi lemah, respirasi lemah, kematian dalam beberapa jam
80 – 90	Kematian dalam waktu satu jam
90-	Kematian dalam beberapa menit

Ozone (O₃)

- Ozon terdapat di atmosfer dapat berbahaya atau menguntungkan bagi kehidupan dan kesehatan, tergantung kepada ketinggiannya;
- Ozon pada ketinggian sampai dengan 15 km (altitude rendah) adalah disebut sebagai ozon troposfir adalah berbahaya. Hal ini karena ozon dapat membentuk deret reaksi kimia yang sulit antara hidrokarbon dan oksida-oksida nitrogen dengan adanya cahaya matahari;
- Ozon merupakan senyawa induk fotokimia kabut, dan dalam satu atau dua jam dengan kabut diudara dapat menghasilkan batuk, sakit pernapasan dan kehilangan fungsi jantung sementara;
- Pengulangan paparan ozon dapat berakibat pada jantung secara permanen atau pengembangan penyakit jantung koronis seperti fibrosis pulmonari.

Toksisitas O₃

Ada dua bentuk ozon (O₃):

Ozon yang buruk: Terbentuk dari energi matahari dengan reaksi fotokimia terjadi waktu siang hari, Terdapat di lapisan troposfer

Ozon yang baik: Terdapat dilapisan stratosfer, berguna untuk menahan sinar ultraviolet dari sinar matahari. Dipecah pada peristiwa polusi udara oleh Cl (dari freon)

Proses Ozon menjadi Toksik bagi manusia:

O₃ → terhisap → Kontak dengan jaringan paru → energi kimia → merusak jaringan → Lama menghirup → Kerusakan paru permanen.

Gejala:

- Iritasi hidung dan tenggorokan
- Ekskresi mukus meningkat
- Iritasi mata dan sakit kepala
- Sesak nafas
- Sakit dibagian dada

B. TOKSIKOLOGI EXPERIMENTAL

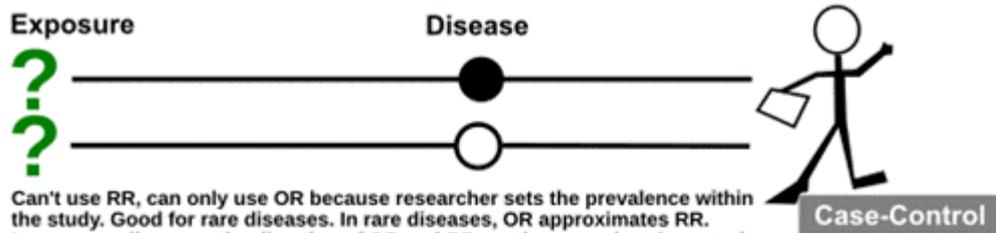
Adalah bagian dari ilmu toksikologi yang mempelajari sifat, mekanisme dan pengaruh dari xenobiotik (Zat kimia/racun) dengan mempergunakan binatang percobaan sebagai media studi.

Syarat binatang percobaan:

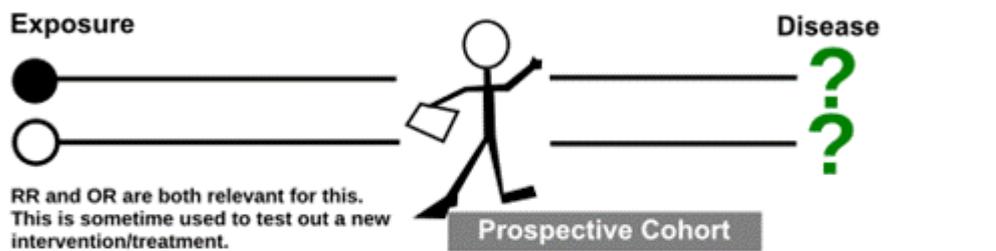
- Spesies harus murni: dilakukan dengan cara breeding berulang,

- Sehat, bebas kuman/steril: misal : tadpole,tikus (Hamster', Winstar), marmot,anjing,kuda dsb,
- Tergantung jenis studi.

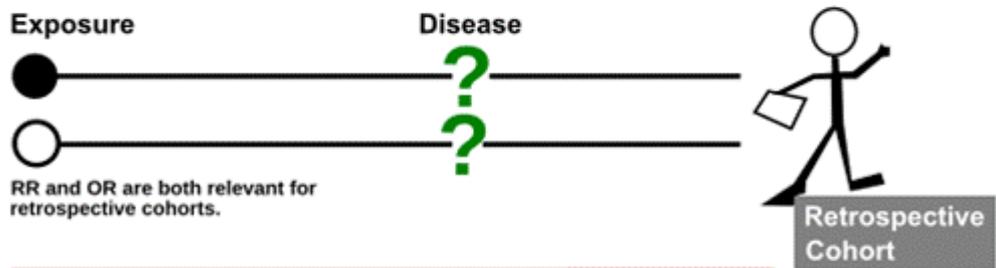
Observational Study Designs: Case Control vs Cohort



Can't use RR, can only use OR because researcher sets the prevalence within the study. Good for rare diseases. In rare diseases, OR approximates RR. In non-rare diseases, the direction of OR and RR are the same, but the actual number obtained of OR and RR are different. You CANNOT obtain a RR for this. It makes no sense to.



RR and OR are both relevant for this. This is sometime used to test out a new intervention/treatment.



RR and OR are both relevant for retrospective cohorts.

	Investigator/Researcher begins their research. When the researcher enters the scene	KEY
	Present	
	Absent	
	What we are seeking; the information we are trying to obtain; what we do not know; our question	

Studi Toksisitas Jangka Pendek:

- Jenis binatang percobaan: Hamster, kucing, anjing, marmot
- Lama percobaan: 10% dari taksiran hidup binatang percobaan
- Tujuan percobaan: studi toksitas sub kronik (efek dinilai setelah lebih dari 2 minggu pemberian xenobiotik pada binatang percobaan)
- Hasil yang dapat dipelajari:
 - *Dose-response Relationship*
 - *Allowable Daily Intake (ADI)*
 - Nilai spesimen biologis laboratorium patologi Klinik

Studi toksisitas jangka panjang:

- Binatang percobaan Hamster, marmot;
- Lama percobaan: sepanjang umur binatang percobaan;
- Hasil yang diperoleh: efek kronis oleh pemberian xenobiotik dosis rendah dengan lama pemaparan tinggi;
- Misal Bahan kimia karsinogen, adverse effect.

Contoh Kasus COVID – 19

Sebuah **studi kohort** adalah bentuk tertentu dari **studi longitudinal** yang mengambil sampel **kohort** (sekelompok orang yang berbagi karakteristik yang menentukan, biasanya mereka yang mengalami peristiwa umum dalam periode yang dipilih, seperti kelahiran atau kelulusan), melakukan **cross-section** di interval melalui waktu. Ini adalah jenis **studi panel** di mana individu dalam panel memiliki karakteristik yang sama.

Studi kohort mewakili salah satu desain dasar **epidemiologi** yang digunakan dalam penelitian di bidang **kedokteran**, **keperawatan**, **psikologi**, **ilmu sosial**, dan dalam bidang apa pun yang bergantung pada jawaban 'sulit dijangkau' yang didasarkan pada bukti (**statistik**). Dalam kedokteran misalnya, sementara uji klinis digunakan terutama untuk menilai keamanan obat-obatan yang baru dikembangkan sebelum disetujui untuk dijual, analisis epidemiologi tentang bagaimana faktor risiko mempengaruhi kejadian penyakit sering digunakan untuk mengidentifikasi penyebab penyakit pada awalnya, dan untuk membantu memberikan pembenaran pra-klinis untuk masuknya faktor pelindung (perawatan).

Contoh Efek dari Merokok

Contoh dari pertanyaan epidemiologis yang dapat dijawab menggunakan studi kohort adalah apakah paparan X (katakanlah, merokok) berhubungan dengan hasil Y (katakanlah, kanker paru-paru). Pada tahun 1951, memulai [Studi Dokter Inggris](#), sebuah kohort yang mencakup perokok (kelompok yang terpapar) dan bukan perokok (kelompok yang tidak terpapar). Penelitian berlanjut sampai tahun 2001. Pada tahun 1956, penelitian ini memberikan bukti yang meyakinkan tentang hubungan merokok dengan kejadian kanker paru-paru. Dalam sebuah studi kohort, kelompok-kelompok tersebut *dicocokkan* dalam hal banyak variabel lain seperti status ekonomi dan status kesehatan lainnya sehingga variabel yang dinilai, [variabel independen](#) (dalam hal ini, merokok) dapat diisolasi sebagai penyebab [variabel dependen](#). (dalam hal ini, kanker paru-paru). Dalam contoh ini, peningkatan yang [signifikan secara statistik](#) dalam kejadian kanker paru-paru pada kelompok merokok dibandingkan dengan kelompok yang tidak merokok adalah bukti yang mendukung hipotesis. Namun, hasil yang jarang, seperti kanker paru-paru, umumnya tidak dipelajari dengan menggunakan studi kohort, tetapi lebih dipelajari dengan menggunakan studi [kasus-kontrol](#).

Manfaat Toksikologi Industri

1. Memungkinkan konsumen / Pemakai zat kimia terlindung dari bahaya keracunan;
2. Membuat landasan yang kuat bagi upaya pemeliharaan lingkungan hidup dari kemungkinan efek buruk penggunaan zat kimia;
3. Memberikan informasi dan pengetahuan kepada klinisi untuk dapat menolong dengan tepat penderita yang mengalami keracunan;
4. Menyebabkan penggunaan obat-obatan dengan lebih tepat atas dasar pengetahuan tentang risiko bahaya suatu zat kimia yang berefek farmakologis;
5. Memahami dengan lebih mendalam tentang efek zat kimia kepada manusia atau makhluk hidup lainnya dan mekanisme terjadinya efek bersangkutan.

MATERI 14-15

UAS (UJIAN AKHIR SEMESTER)

INDIKATOR CAPAIAN KOMPETENSI

- UAS (50% Bobot Nilai) Makalah Individu
- Topik Makalah:
 - Review jurnal toksikologi industri dan,
 - 2 membuat ringkasan ide proposal penelitian dari jurnal yang di review.

1. Review Jurnal Dengan Topik Toksikolgi Industri

- Makalah dalam bentuk PDF
- Ide dari Jurnal Lokal/Nasional/Internasional dengan Topik Toksikologi Industri
- Ide proposal dalam 1-2 halaman yang terdiri dari:
 1. Topik Jurnal:
 2. Judul Jurnal:
 3. Latar Belakang Masalah Jurnal :
 4. Tujuan Penelitian Jurnal :
 5. Metode Penelitian Jurnal :
 6. Lokasi, Waktu, Koresponden, Parameter/Variabel, Teknik Sampling dan Analisa Data
 7. Hasil Yang Didapatkan:
 8. Kesimpulan

9. Kata Kunci:

10. Referensi Rujukan : Minimal 3 Jurnal

2. Ide Proposal Penelitian Toksikologi Industri Dari Jurnal Yang Di Review

- Makalah dalam bentuk PDF
- Ide dari Jurnal Lokal/Nasional/Internasional dengan Topik Toksikologi Industri
- Ide proposal dalam 1-2 halaman yang terdiri dari:

1. Topik Jurnal:

2. Judul Jurnal:

3. Latar Belakang Masalah Jurnal :

4. Tujuan Penelitian Jurnal :

5. Metode Penelitian Jurnal :

6. Lokasi, Waktu, Koresponden, Parameter/Variabel, Teknik Sampling dan Analisa Data

7. Hasil Yang Didapatkan:

8. Kesimpulan

9. Kata Kunci:

10. Referensi Rujukan : Minimal 3 Jurnal

Petunjuk Pengiriman Makalah Individu: makalah di upload ke google classroom.

Catatan Contoh: Ini contoh Makalah S1 hanya untuk gambaran model penulisan (kalau isi masih sangat sederhana), Tentu mahasiswa S2 Lebih baik dan specific dalam jurnal dan ringkasan tugasnya.

Pengelolaan Limbah Cair Domestik/Industri

Dosen: Dr. Herniwanti, M.pd



Disusun oleh :

Kelompok

Nurul Huda Fahrizon

Annisya masri

Muhibbul Fikri

Bayu Afdhal Masril

Niken Nabila

**PROGRAM STUDI SI KESEHATAN MASYARAKAT STIKES HANG TUAH
PEKANBARU**

TP.2020

Topik : Limbah Cair Perhotelan

Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk dengan Proses Fitoremediasi menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok

Latar Belakang : Kota Bandung merupakan kota metropolitan terbesar di Jawa Barat. Setiap hari selalu berdatangan wisatawan dari luar kota mengunjungi kota Bandung dengan beragam kebutuhan. Sebagai penunjang kebutuhan para wisatawan yang berdatangan ke kota Bandung, dilakukan pengembangan serta peningkatan industri perhotelan mulai dari segi kuantitas hingga kualitas. Pengembangan di bidang perhotelan memberi dampak positif dan negatif. Dampak positifnya adalah peningkatan pada aspek perekonomian daerah. Sedangkan dampak negatifnya adalah meningkatnya timbulan limbah cair. Apabila limbah cair ini tidak ditanggulangi dengan benar, maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan di badan air yang akan berdampak pada manusia dan makhluk hidup. Pengolahan limbah cair secara umum dapat dilakukan dengan tiga macam proses yaitu proses fisika, kimia dan biologi. Salah satu contoh proses pengolahan limbah cair secara biologi adalah fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu proses dimana tumbuhan tertentu (Eceng Gondok) yang bersimbiosis dengan mikroorganisme dalam media yang dapat mengubah zat pencemar menjadi zat yang tidak berbahaya bahkan berguna secara ekonomis.

Rumusan Masalah : Bagaimana proses fitoremediasi dengan tumbuhan eceng gondok untuk mengolah limbah di Hotel Aston Braga City Walk pada penerapan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 52 tahun 1995.

Tujuan : Untuk mengetahui waktu kontak dan perlakuan terbaik yang menghasilkan efisiensi pengolahan tertinggi.

Metode Penelitian : Penelitian ini merupakan kuantitatif dengan system yang dilakukan dalam penelitian ini adalah system *batch*.

Hasil yang di Harapkan : Proses fitoremediasi mampu mengolah limbah cair hotel yang sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 52 tahun 1995

Kata Kunci : Limbah cair hotel, fitoremediasi, eceng gondok

REFERENSI

Maria, Rosana Sari. 1999. *Pengolahan Limbah Cair Tapioka Secara Biologis Menggunakan Eceng Gondok dan Mikroba Rizosfirnya*, Tesis. Institut teknologi Bandung

Ananda, Cut. 2012. *Fitoremediasi Fosfat Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok pada Limbah Laundry*, Skripsi. Progm Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional. Bandung

Pengolahan Limbah Cair perumahan pemukiman warga Kota Pekanbaru dengan Proses Fitoremediasi menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok

Latar belakang : Semakin meningkatnya aktivitas pembangunan ekonomi, perubahan tata guna lahan dan meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan tingginya tekanan terhadap lingkungan. Sungai sebagai bagian lingkungan hidup saat ini kondisinya memprihatinkan, terjadi kecenderungan perubahan ekosistem sungai yang ditunjukkan dengan degradasi kuantitas dan kualitas air. Hampir sebagian besar daerah aliran sungai di Indonesia mengalami kerusakan, dari 82 sungai besar di Indonesia 62 diantaranya tergolong dalam sungai yang kritis (BBWS Serayu Opak, 2008). Sebagian besar kerusakan sungai diakibatkan oleh aktivitas manusia yang mengibaratkan sungai sebagai tempat pembuangan sampah dan limbah gratis. Segala macam limbah dan kotoran dibuang ke sungai tanpa ada pengolahan lebih dahulu. Sungai-sungai yang melewati kota besar pada umumnya kualitas airnya tercemar oleh limbah baik dari industri, rumah tangga, perikanan, dan pertanian. Dampak yang ditimbulkan dari segi kesehatan sangat berbahaya, karena air sungai masih dipergunakan untuk keperluan sehari-hari baik mandi, mencuci ataupun untuk air minum. Polusi air juga akan mengancam habitat ikan di sungai. Sungai yang tercemar dari segi estetika juga tidak nyaman, selain berwarna hitam, banyak sampah yang terapung, juga baunya menyengat.

Indonesia khususnya Pekanbaru sudah menjadi salah satu kota dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi dan menjadi salah satu dalam proyek distribusi pembangunan perumahan untuk masyarakat kota Pekanbaru yang mana dengan ini akan menjadikan salah satu upaya penyumbang limbah bagi lingkungan terutama limbah cair rumah tangga. Pengolahan limbah cair secara umum dapat dilakukan dengan tiga macam proses yaitu proses fisika, kimia dan biologi. Salah satu contoh proses pengolahan limbah cair secara biologi adalah fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu proses dimana tumbuhan tertentu (Eceng Gondok) yang bersimbiosis dengan mikroorganisme dalam media yang dapat mengubah zat pencemar menjadi zat yang tidak berbahaya bahkan berguna secara ekonomis.

Rumusan Masalah : Bagaimana proses fitoremediasi dengan tumbuhan eceng gondok untuk mengolah limbah di pemukiman perumahan masyarakat pada penerapan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik dan perda nomor : 8 tahun 2003 tentang : retribusi izin pengendalianpembuangan limbah cair

Tujuan : Untuk mengurangi dampak limbah cair pemukiman masyarakat dialiran sungai siak sehingga tidak mencemari air dan merusak ekosistem yang ada.

Metode Penelitian : Penelitian ini merupakan kuantitatif dengan system yang dilakukan dalam penelitian ini adalah system *batch*. Penyusunan atau mengalirkan saluran limbah cair pada satu aliran yang sebelum diteruskan ke dalam sebuah kolam yang akan memiliki 2 fungsi utama yaitu selain sebagai fitoremediasi juga akan menjadi taman di antara pemukiman atau perumahan warga, setelah aliran tersebut berada didalam kolam fitoremediasi di ujung kolam akan ada 1 saluran yang mana saluran ini yang akan menuju aliran sungai.



(Ilustrasi penerapan dilingkungan)

Hasil yang di Harapkan : Proses fitoremediasi mampu mengolah limbah cair pemukiman setidaknya mengurangi dampak pencemaran dan dapat ditiru diberbagai tempat pemukiman warga lainnya agar mengurangi dampak pencemaran limbah cair yang ada khususnya di aliran sungai pekanbaru. Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestic dan perda nomor : 8 tahun 2003 tentang : retribusi izin pengendalianpembuangan lembah cair

Kata Kunci : Limbah domestic pemukiman, fitoremediasi, eceng gondok

REFERENSI

<https://pekanbaru.go.id/d/perda/04092009/2003-8125.pdf>

<https://www.slideshare.net/mobile/RizkiDarmawan4/permen-lhk-no68-2016-ttg-baku-mutu-air-limbah-domestic>

Dewi, Sapta, Yusriani. 2012. *Efektivitas Jumlah Rumpun Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart) Solm) dalam Pengendalian Limbah Cair Domestik*, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia

Widodo B, Kasam, Ribut L2 dan Ike A. 2013. *Strategi Penurunan Pencemaran Limbah Domestik di Sungai Code DIY*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia; Pusat Studi Perubahan Iklim dan Kebencanaan (PuSPIK), UII Fakultas Psikologi, UI

Elok, Nilasari, M.faizal, dan Suheryanto. 2016. *Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (Eichornia crassipes), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang),PT. WEHA-KS, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya, Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Sriwijaya*

DAFTAR PUSTAKA

1. Konsep Dasar Toksikologi Industri, Oleh: dr. Yuniar Lestari, Mkes
2. Toksikologi: Suharyana, SKM, M. Kes
3. Toksikologi Industri, dr. Sinatra Gunawan, MK3, SpOk
4. Bunga Rampai / dr. Sugeng
https://www.academia.edu/31761839/Unsur_Radioaktif_dalam_Tubuh
5. <https://kupukupnyacerita.wordpress.com/2013/01/26/pencemaran-dan-standar-baku-mutu/>
6. <https://katigaku.top/2014/05/29/studi-kasus-keracunan-debu-titanium-dioksida-pada-karyawan-pabrik-mms-australia/>
7. Laporan Singkat Peristiwa Toksikologi, Keracunan Amonia Di Pabrik Pengolahan Udang PT. Bina Menara Internusa, Mata Kuliah Toksikologi Industri, PJ MA. DR. Dr. Meily Widjaja, MSc., Sp. Ok (<http://dmutoif.blogspot.com/2009/03/poltekkes-depkes-yogyakarta-v.html>)
8. Toksikologi Industri dan Penyakit Akibat Kerja, H. Hamsir Ahmad, SKM, M. Kes.
9. Toksikologi Industri, dr. Farid Budiman MSc, Fikes, UIEU
10. Pengertian, Konsep, dan Tujuan Toksikologi Industri” Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar 2016.
11. Pengelolaan dan Pengendalian Limbah B3, DR. Latifah Hanum Damanik, ST, M. Si
12. PP No. 101/2014 Pengelolaan Limbah B3, Sukandar *Solid and Hazardous Waste Laboratory* FTSL ITB
13. Depkes RI. Penyehatan Makanan dan Minuman, 1999.
Purawidjaja, Enam Prinsip Dasar Penyediaan Makan di Hotel, Restoran dan Jasaboga, 1995.
14. Toksikologi Industri dan Penyakit Akibat Kerja, H. Hamsir Ahmad, SKM, M. Kes.
15. Toksikologi Industri, dr. Farid Budiman MSc, Fikes, UIEU.
“Pengertian, Konsep, dan Tujuan Toksikologi Industri” Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar 2016.