

# LINGKUNGAN KERJA FAKTOR KIMIA BIOLOGI

Dosen : Latar Muhamad Arief, Ir.MSc  
Mata kuliah : Higiene Industri (IKK.354)

Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan  
Program Studi Kesehatan Masyarakat,  
Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja  
Univ. Esa Unggul

# BAGIAN - 1

## LINGKUNGAN KERJA

### FAKTOR KIMIA

#### I. PENGANTAR

Lima puluh tahun yang lalu hanya satu juta ton bahan-bahan kimia telah dihasilkan setiap tahunnya, sedikit sekali telah diketahui, dan sedikit pula dikerjakan, sehubungan dengan bahaya-bahaya kimia dan prosesnya. Sekarang ini lebih dari 400 juta ton bahan-bahan kimia dihasilkan setiap tahunnya, dan diantara 5-7 juta bahan kimia yang telah diketahui, lebih dari 80.000 dipasarkan. Lebih dari 1000 bahan kimia baru dihasilkan setiap tahunnya. Diperkirakan 500-10.000 bahan kimia diperdagangkan mengandung bahaya, diantaranya 150–200 kemungkinan penyebab kanker.

Bahan kimia telah meningkatkan mutu kehidupan. Bahan kimia disektor pertanian dalam bentuk pembasmian hama (pestisida) dan pupuk (fertilizer) telah secara besar-besaran meningkatkan produksi makanan. Obat kemoterapi telah memberikan kontribusi terhadap pengobatan kanker dan obat-obat baru terus menerus secara konstan memasuki pasaran untuk pengobatan penyakit jantung misalnya. Serat karbon secara luas digunakan dipabrik pembuatan bahan baru yang ringan, sementara serat keramik digunakan sebagai bahan penyekat dan sering digunakan sebagai pengganti asbestos.

Kini sesungguhnya setiap tempat kerja, tercemar oleh bahan kimia seperti bahan pelarut yang digunakan untuk membersihkan dan menghilangkan minyak, campuran cat dan pernis dan pelarut campuran yang kental dan bahan campuran lainnya. Bahan kimia dalam bentuk padat dapat berubah dijadikan bubuk atau partikel abu selama proses manufaktur dan dapat bersisa masuk kedalam udara ambient untuk jangka waktu yang lama.

Gas dan uap digunakan dalam operasi industri seperti pengelasan dan pendinginan, atau pada bermacam-macam proses kimia lainnya, gas juga dipergunakan dirumah sakit sebagai bahan anestesi. Laboratorium di Sekolah, Universitas, Badan penelitian, Perwakilan pemerintah dan Perusahaan perorangan banyak menggunakan berbagai macam bahan kimia baik dalam jumlah besar maupun kecil.

#### II. PENGERTIAN

Faktor kimia adalah faktor didalam tempat kerja yang bersifat kimia, yang meliputi bentuk padatan (partikel, cair, gas, kabut, aerosol, dan uap yang berasal dari bahan- bahan kimia, mencakup wujud yang bersifat partikel adalah debu, awan, kabut, uap logam, dan asap ; serta wujud yang tidak bersifat partikel adalah gas dan uap (pasal 1, butir 11, dan butir 12. Permenakertransi No.PER. 13/MEN/X/2011, tentang NAB (Nilai Ambang Batas) Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja).

Sedangkan bahan kimia (chemical), adalah unsur kimia dan senyawanya dan campurannya, baik yang bersifat alami maupun sintetis.

Keracunan bahan kimia, dimana dalam keadaan normal, badan manusia mampu mengatasi bermacam-macam bahan dalam batas-batas tertentu. Keracunan terjadi apabila batas-batas tersebut dilampui dimana badan tidak mampu mengatasinya (melalui saluran pencernaan, penyerapan atau pembuangan).

Derajat racun (toxicity), adalah potensi kandungan bahan kimia yang menyebabkan keracunan. Racun dari bahan kimia sangat beragam (contoh ; beberapa tetesan bahan kimia bisa mematikan, sementara yang lain baru memberikan efek kalau dikonsumsi dalam jumlah yang besar)

Bahaya kimia (chemical hazard) adalah bahan kimia yang digolongkan kedalam bahan-bahan berbahaya atau memiliki informasi yang menyatakan bahwa bahan tersebut berbahaya, biasanya informasi tersebut dalam "lembar data keselamatan (chemical safety data sheet)", yang memuat dokumen dan informasi penting untuk para pengguna yang bertalian dengan sifat kandungan bahayanya dan cara-cara penggunaan yang aman, ciri-ciri, supplier, penggolongan, bahayanya, peringatan-peringatan, bahaya dan prosedur tanggap darurat.

Faktor-faktor yang menciptakan kondisi intensitas bahaya di area lingkungan tempat kerja yang berhubungan dengan penggunaan bahan kimia meliputi ; (i) derajat racun, (ii) sifat-sifat fisik dari bahan, (iii) tata cara kerja, (iv) sifat dasar, (v) tempat/jalan masuk, (vi) kerentanan individu para pekerja, dan (vii) kombinasi faktor-faktor (i) sampai dengan (vi) akan menimbulkan situasi yang berbahaya

### **Debu diudara (airbon dust)**

adalah suspensi partikel benda padat diudara . Butiran debu ini dihasilkan oleh pekerjaan yang berkaitan dengan gerinda, pemboran dan penghancuran pada proses pemecahan bahan-bahan padat.

Ukuran besarnya butiran-butiran tersebut sangat bervariasi mulai yang dapat dilihat oleh mata telanjang (> 1/20 mm) sampai pada tidak kelihatan. Debu yang tidak kelihatan berada diudara untuk jangka waktu tertentu dan hal ini membahayakan karena bisa masuk menembus kedalam paru-paru.

### **Gas**

adalah bahan seperti oksigen, nitrogen, atau karbon dioksida dalam bentuk gas pada suhu dan tekanan normal, dapat dirubah bentuknya hanya dengan kombinasi penurunan suhu dan penambahan tekanan.

### **Aerosol (partikel)**

yaitu setiap sistem titik-titik cairan atau debu yang mendispersi diudara yang mempunyai ukuran demikian lembutnya sehingga kecepatan jatuhnya mempunyai stabilitas cukup sebagai suspensi diudara. Perlu diingat bahwa partikel-partikel debu selalu berupa suspensi.

### **Kabut (mist) ,**

adalah sebaran butir-butir cairan diudara. Kabut biasanya dihasilkan oleh proses penyemprotan dimana cairan tersebut tersebar, terpercik atau menjadi busa partikel buih yang sangat kecil.

### **Asap (fume)**

adalah butiran-butiran benda padat hasil kondensasi bahan-bahan dari bentuk uap. Asap ini biasanya berhubungan dengan logam di mana uap dari logam terkondensasi menjadi butiran-butiran padat di dalam ruangan logam cair tersebut. Asap juga ditemui pada sisa pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon, karbon ini mempunyai ukuran lebih kecil dari 0,5  $\mu$  (micron)

### **Uap Air (Vapor)**

adalah bentuk gas dari cairan pada suhu dan tekanan ruangan cairan mengeluarkan uap, jumlahnya tergantung dari kemampuan penguapannya. Bahan-bahan yang memiliki titik didih yang rendah lebih mudah menguap dari pada yang memiliki titik didih yang tinggi.

### **MSDS**

adalah singkatan dari **material safety data sheet** memuat informasi mengenai sifat-sifat zat kimia, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan zat kimia, pertolongan apabila terjadi kecelakaan, penanganan zat yang berbahaya.

### **Sistem Harmonisasi Global tentang Klasifikasi dan Pelabelan Bahan Kimia (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*)**

adalah sistem global yang diinisiatifkan dan diterbitkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk menstandarisasi kriteria dan mengharmonisasikan sistem klasifikasi bahaya bahan kimia serta mengkomunikasikan informasi tersebut pada label dan Lembar Data Keselamatan

### **Label**

adalah keterangan mengenai bahan kimia yang berbentuk piktogram/symbol, tulisan, atau kombinasi keduanya atau bentuk lain yang juga berisi informasi identitas produk dan pemasok serta klasifikasi bahan kimia.

### **Keselamatan bahan kimia (*Chemical Safety*)**

adalah upaya perlindungan kesehatan manusia dan atau pekerja, fasilitas dan instalasi serta lingkungan di setiap kegiatan pada simpul daur hidup bahan kimia dari penyalahgunaan bahan kimia dan penggunaan bahan kimia yang salah

## **III. MENGENAL BAHAYA BAHAN KIMIA DI TEMPAT KERJA**

### **a. Bahan kimia berbahaya**

Bahan berbahaya khususnya bahan kimia adalah bahan-bahan yang pada suatu kondisi tertentu dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan, pada setiap tingkat pekerjaan yang dilakukan (penyimpanan, pengangkutan, penggunaan, pembuatan dan pembuangan).

Secara umum, bahan-bahan kimia berbahaya dapat dikelompokkan menjadi :

### **b. Bahan kimia mudah meledak**

Adalah bahan kimia berupa padatan atau cairan, atau campurannya yang sebagai akibat suatu perubahan (reaksi kimia, gesekan, tekanan, panas, atau perubahan lainnya) menjadi bentuk gas yang berlangsung dalam proses yang relative singkat

disertai dengan tenaga perusakan yang besar, pelepasan tekanan yang besar serta suara yang keras.

### c. Bahan kimia mudah terbakar

Adalah bahan kimia bila mengalami suatu reaksi oksidasi pada suatu kondisi tertentu, Akan menghasilkan nyala API. Tingkat bahaya dari bahan-bahan ini ditentukan oleh titik bakarnya, makin rendah titik bakar bahan tersebut semakin berbahaya.

Tabel.1. Beberapa titik nyala yang umum

Bahan kimia	Titik Nyala ( $^{\circ}\text{C}$ )
Gasoline	$-43^{\circ}$
Acetene	$-19^{\circ}$
Methyl alcohol	$11^{\circ}$
Kerosene	$43^{\circ}$
Heptane	$-4^{\circ}$
Toulene	$6^{\circ}$

### d. Bahan kimia beracun

Merupakan bahan kimia dalam jumlah relative sedikit, dapat mempengaruhi kesehatan manusia atau bahkan menyebabkan kematian, apabila terabsorpsi tubuh manusia melalui injeksi. Sifat racun dari bahan dapat berupa kronik atau akut dan sering tergantung pada jumlah bahan tersebut yang masuk kedalam tubuh.

### e. Bahan kimia korosif

Adalah bahan kimia meliputi senyawa asam-asam alkali dan bahan-bahan kuat lainnya, yang sering mengakibatkan kerusakan logam-logam bejana atau penyimpanan. Senyawa asam alkali dapat menyebabkan luka bakar pada tubuh, merusak mata, merangsang kulit dan system pernafasan.

### e. Bahan kimia radioaktif

Yaitu bahan kimia yang mempunyai kemampuan untuk memancarkan sinar-sinar radioaktif seperti sinar alfa, beta, sinar gamma, sinar netron, dan lain-lain, yang dapat membahayakan tubuh manusia.

Suatu bahan kimia dikatakan memiliki sifat berbahaya apabila satu atau lebih dari sifat-sifat bahaya tersebut diatas terdapat didalam bahan kimia tersebut, yang selain mudah meledak, dapat pula menjadi bahan kimia beracun dan meracuni kehidupan.

### f. Bahan kimia oksidator

Bahan kimia oksidator bersifat eksplosif karena sangat reaktif dan tidak stabil, mampu menghasilkan oksigen dalam reaksi atau penguraiannya sehingga dapat menimbulkan kebakaran selain ledakan. Bahan oksidator terdiri dari :

- Oksidator organik : Permanganat, Perklorat, Dikromat, Hidrogen Peroksida, Periodat, Persulfat.
- Peroksida organik : Benzil Peroksida, Asetil Peroksida, Eteroksida, Asam Parasetat.
- Peroksida-peroksida organik dapat pula terbentuk pada penyimpanan pelarut organik seperti eter, keton, ester, senyawa-senyawa tidak jenuh dsb yang bersifat eksplosif.

**g. Bahan kimia reaktif**

Adalah bahan kimia yang sangat mudah bereaksi dengan bahan-bahan lainnya, disertai pelepasan panas dan menghasilkan gas-gas yang mudah terbakar atau keracunan, atau korosi.

Sifat reaktif dari bahan-bahan kimia dapat dibedakan atas dua jenis :

- Reaktif terhadap air, yaitu bahan kimia reaktif yang sangat mudah bereaksi dengan air, mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar.
- Reaktif terhadap asam, yaitu bahan kimia reaktif yang sangat mudah bereaksi dengan asam, menghasilkan panas dan gas yang mudah terbakar atau gas-gas beracun serta bersifat korosif.

**h. Bahan reaktif terhadap air**

Beberapa bahan kimia dapat bereaksi hebat dengan air, dapat meledak atau terbakar. Ini disebabkan zat-zat tersebut bereaksi secara eksotermik (mengeluarkan panas) yang besar atau mengeluarkan gas yang mudah terbakar, contoh :

- Alkali (Na, K) dan Alkali tanah (Ca)
- Logam Halida (Alumunium tibrorida)
- Oksida logam anhidrat (CaO)
- Oksida non logam Halida (Sulfuril Halida)

Jelas bahan-bahan tersebut harus jauh dari air atau disimpan ditempat yang kering dan bebas dari kebocoran bila hujan turun, dan bahan reaktif diatas juga reaktif terhadap asam. Selain itu juga terdapat bahan-bahan lain yang dapat bereaksi dengan asam secara hebat. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis atau menghasilkan gas-gas yang mudah terbakar atau eksplosif, contoh : Kalium Klorat/perklorat, Kalium Permanganat, Asam Akromat ( $Cr_2O_3$ ).

**i. Gas bertekanan**

Gas bertekanan telah banyak digunakan dalam industri ataupun laboratorium. Bahaya dari gas tersebut pada dasarnya adalah karena tekanan tinggi dan juga efek yang mungkin juga bersifat racun, aspiksian, korosif, dan mudah terbakar.

Tabel .2. penggunaan gas bertekanan dan bahayanya

<b>GAS</b>	<b>Penggunaan</b>	<b>Bahaya</b>
<b>Asetilen</b>	Gas bakar	Mudah terbakar, aspiksian
<b>Ammonia</b>	Bahan baku pupuk	Beracun
<b>Etilen Oksida</b>	Sterilisasi	Beracun dan mudah terbakar
<b>Hidrogen</b>	Hidrogenasi, gas karier	Mudah terbakar dan meledak
<b>Nitrogen</b>	Gas pencuci, membuat udara inert	Aspiksian
<b>Klor</b>	Klorinasi	Beracun, korosif
<b>Vinil Klorida</b>	Produksi plastic	Beracun dan mudah terbakar

Gas-gas tersebut diatas dalam silinder yang bertekanan, harus disimpan dalam keadaan terlindung, bebas panas, dan goncangan serta terikat kuat dan bebas dari kebocoran kran.

### **i. Identifikasi Bahaya Bahan Kimia di Tempat Kerja**

Bahan-bahan kimia adalah bahan baku yang digunakan dalam proses produksi dan atau proses kerja serta sisa-sisa proses produksi dan atau proses kerja. Potensi bahaya kimia yang memungkinkan terjadi di lingkungan kerja akibat penggunaan bahan kimia dalam proses produksi atau proses kerja.

Ada dua cara praktis yang dapat digunakan untuk mengenal bahaya bahan kimia di tempat kerja, yakni :

- Membaca Diagram Alir Proses Produksi.
- Melakukan survey bahan – bahan kimia di tempat kerja

#### **Membaca Diagram Alir Produksi**

Dengan melihat secara garis besar tentang diagram alir proses produksi di dalam suatu industri sehingga dapat diketahui di setiap bagian mana saja yang memungkinkan untuk menimbulkan bahaya dan dapat dicegah agar tidak berlanjut ke proses berikutnya.

#### **Melakukan Survey Bahan – Bahan Kimia di Tempat Kerja**

Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk menentukan apakah ada bahaya potensial dari bahan – bahan yang ada di lingkungan kerja. Jadi di dalam survey ini harus mencatat dan melakukan inventarisasi terhadap semua bahan yang digunakan dalam proses produksi itu maupun yang dihasilkan selama proses sampai akhir proses.

##### **1. Nama bahan kimia:**

Nama merek harus di berikan sebagaimana nama kimianya. Hal ini seperti asam asetil salisilat yang berarti aspirin bagi ahli kimia, tidak membingungkan operator yang telah berpengalaman. Contoh lain adalah H<sub>2</sub>S bagi ahli kimia berarti hidrogen sulfida bagi insinyur, kalsium hipoklorit sama dengan kapur klor, fenol menjadi asam karbolat, dan soda kue menjadi soda bikarbonat.

##### **2. Apa kondisi fisiknya?**

Apakah bahan kimia yang diterima berbentuk padat, cair, atau gas- bukan sifat fisik secara umum. Juga harus diperhatikan pada kondisi apa suatu bahan kimia berbentuk padat, cair, atau gas. Misalnya natrium hidroksida (NaOH) yang dapat dibeli sebagai padatan di drum atau larutan kuat di tankker atau drum; karbon dioksida dapat dibeli sebagai padatan, cairan, atau gas. Secara umum, panas masuk atau panas keluar diperlukan untuk pengubahan bentuk, sehingga identifikasi ini menentukan bagaimana dan dimana bahan kimia harus disimpan. Apakah matahari dan panas mempengaruhi? Apakah bahan itu akan membeku bila dibiarkan terbuka? Bila berbentuk padat, apakah berupa bubuk ? Perhatian harus diberikan jika bahan disimpan dalam bentuk yang stabil, seperti karbon dioksida yang disimpan dalam bentuk padat. Bahaya dapat terjadi karena beberapa hal, seperti temperatur yang naik dengan cepat karena kebakaran. dan emisi yang cepat karena kebocoran. Bila berupa cairan, kemana mengalirnya kebocoran? Dapatkah

aliran dari drum ke lubang penampung (damp ground), atau membuat korosi internal bila disimpan dalam waktu lama?

3. Apakah beracun?
  - Apakah menyebabkan akut?
  - Apakah menyebabkan kronis?
  - Apakah masuk melalui saluran makanan?
  - Apakah masuk melalui pernapasan?
  - Apakah masuk melalui absorpsi?
  - Apakah kadar toksisitas dapat segera ditentukan?
  - Berapakah Nilai Ambang Batas (NAB) nya?

Klarifikasi antara kadar racun dengan bahaya harus dimengerti dengan jelas. Kadar racun bahan kimia adalah satu dari sipat-sipat alami yang tidak dapat dihilangkan bila bahan kimia tersebut tetap sama rumus bangunnya, tetapi bahaya ditentukan oleh frekuensi dan lamanya pemaparan dan konsentrasi bahan kimia. Cedera tidak akan terjadi tanpa pemaparan konsentrasi yang diberikan dan rancangan dan operasi proses bahan kimia yang menentukan banyaknya pemaparan, konsentrasi dan lain-lain. Karenanya, dengan rancangan yang benar dan penanganan yang aman, bahaya dapat dihilangkan atau tanda-tanda potensinya dapat diredakan.

Karena penggunaannya yang sangat umum, hampir dapat dikatakan bahwa semua mengetahui bahwa asam sulfat pekat merupakan cairan korosif yang dengan cepat dapat menghancurkan jaringan badan dan membuat luka bakar. Meskipun demikian, ratusan ton asam sulfat dimanipulasi, ditransfer, dan disimpan setiap hari tanpa bahaya yang besar. Hal ini disebabkan sifat-sifat racunnya telah diketahui dan difahami dan cara-cara pencegahan kecelakaannya telah dibuat. Hasil; kontak dengan asam sulfat terjadi dengan cepat dan akut, tetapi meskipun benzene dalam kuantitas sedikit dikulit tidak merupakan hal yang berbahaya, efek akumulatif dari sifat-sifatnya dapat memicu anemia yang serius dan kematian.

Aspek lanjutan dari pertanyaan mengenai kadar racun dapat segera ditentukan dan apakah Nilai Ambang Batas (NAB) yang dinyatakan dalam bagian per juta, yang menyatakan kondisi yang karyawan dapat terpapar setiap hari tanpa mengalami efek yang berarti. Tetapi, peringatan harus diberikan bahwa NAB, dalam konteks yang benar, hanya dapat diinterpretasikan dengan benar oleh personil yang terlatih dalam higiene industri, dan tidak boleh digunakan sebagai:

- Indeks relatif atas bahaya atau kadar racun;
- Alat evaluasi pada gangguan polusi udara;
- Perkiraan potensi racun pada pemaparan terus-menerus yang tidak berhenti.

Meskipun bahaya yang terdeteksi sebagai bau tidak dapat diyakinkan benar, tetapi tidak ada keraguan bahwa bau khas dari beberapa bahan kimia merupakan indikasi yang jelas akan adanya bahan kimia tersebut, meskipun bukan konsentrasinya. Berikut ini adalah bahaya dari pemantauan dengan orang. Sebagai contoh, bau dari klorin ( $Cl_2$ ) dapat dikenali dengan tercium pada konsentrasi yang sangat kecil, dan karena tidak ada efek iritasi yang nyata dalam waktu cepat, maka tidak ada tindakan perbaikan. Tetapi konsentrasi maksimum yang diperbolehkan untuk klorin di udara adalah satu bagian klorin per satu juta bagian udara untuk delapan jam pemaparan, dan konsentrasi terkecil yang dapat terdeteksi oleh manusia pada umumnya adalah tiga sampai empat bagian klorin per satu juta bagian udara. Hal ini menunjukkan bahwa bila klorin tercium berarti ada instalasi yang perlu diperbaiki.



4. Berapakah :
- Densitas uap?
  - Tekanan uap?
  - Titik beku?
  - Specific Gravity?
  - Kelarutan dalam air?

Pengetahuan atas kelima karakter fisik di atas memberikan fakta dan informasi yang terpisah dan berharga. Semua cairan akan menguap, tetapi kecepatan penguapannya tergantung pada suhu dan tekanan; secara umum cairan panas menguap lebih cepat daripada cairan dingin. Tekanan uap cairan dan larutan harus diperhatikan, terutama pada suhu ruang. Hal ini sangat penting bila menyimpan drum berisi cairan berbahaya. Kebocoran dari beberapa bahan kimia, dapat menimbulkan bahaya. Perbandingan berat jenis antara uap/gas dengan udara menunjukkan apakah uap pada suhu normal (0°C) dan tekanan normal (76cm-Hg) lebih padat atau lebih renggang daripada udara; karena uap itu akan naik ke atmosfer atau turun. Sebagai contoh adalah petroleum yang memiliki berat jenis 2,5. Kebocoran petroleum, setelah menguap pada suhu normal, membentik uap cenderung bergerak sepanjang permukaan. Beberapa kondisi yang mempengaruhi seperti kecepatan angin dan suhu sekitar membantu petroleum menyebar cukup jauh dari lubang ineksi, tetapi uap petroleum bergerak disepanjang lubang, menghasilkan atmosfer mudah meledak yang dapat menghasilkan bencana hanya dengan adanya letikan api

Pentingnya pengetahuan tentang specific gravity terlihat nyata saat menentukan tindakan yang harus diambil saat menghadapi kebocoran besar. Perbandingan berat jenis bahan kimia dengan berat jenis air menunjukkan apakah bahan kimia akan mengambang di atas air atau tenggelam. Semua cairan bocor diarahkan mencapai saluran buang, dan ledakan dibawah tanah akibat kontaminasi oleh cairan sangat mudah terbakar dapat membuat kerusakan hebat di area yang luas. Bahan tersebut contohnya adalah petroleum memiliki berat jenis 0,80, sehingga bocoran akan mengambang di atas air. Karenanya air tidak direkomendasikan sebagai bahan pemadam untuk kebakaran petroleum cair, karena air akan tenggelam di bawah petroleum, dan dengan naiknya volume cairan, maka akan cenderung memperlebar area kebakaran. Membiarkan petroleum keluar kesaluran buang hanya akan meningkatkan bahaya.

Sebaliknya, bila cairan karbon disulfida yang sangat mudah terbakar, memiliki titik nyala yang rendah dan titik bakar yang rendah, memiliki *specific gravity* 1,26 terbakar, maka dapat dikendalikan dengan menggunakan air yang cukup.

Bila bahan kimia dapat larut dalam air, kebocoran apapun akan mudah bergabung karena dapat dijenuhkan dengan air dan setelah pencegahan yang layak telah dilakukan, dapat dikeluarkan ke sistem efluen.

Sehubungan dengan kemampuan pelarutan bahan kimia ke dalam air, harus pula diperhatikan bahaya yang mungkin terjadi pada beberapa bahan kimia. Beberapa kasus pernah terjadi yang menimbulkan cedera serius yang timbul akibat masuknya air ke dalam wadah kosong berbagai bahan kimia menyebabkan reaksi yang hebat. Sebagai contoh adalah fosfor klorida yang bukan bahan kimia korosif, tetapi setelah kontak dengan air atau uap air, akan bereaksi hebat, melepas panas dan uap klorosif asam klorida. Contoh lain adalah sejumlah natrium sianida dengan air di saluran buang. Reaksi antara natrium sianida dengan air di saluran buang memperbesar volume gas asam sianida yang mematikan. Bahan kimia seperti asam sulfat jika bercampur dengan air akan menghasilkan uap air yang cukup untuk

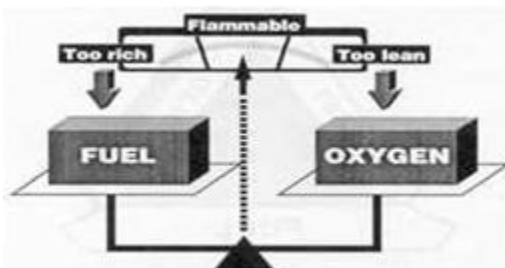
menyebabkan semburan. Karenanya, kemampuan suatu bahan kimia untuk larut dalam air memerlukan penanganan yang tepat.

#### 5. Apa bahan yang inkompatibilitas?

Beberapa bahan kimia bereaksi hebat dengan bahan kimia lain dan bahan-bahan yang berhubungan tersebut disebut inkompatibel. Sebagai contoh adalah asetilene yang akan bereaksi hebat dengan klorin, Sehingga kecelakaan yang memungkinkan bergabungnya dua bahan kimia tersebut harus dicegah. Sama halnya dengan asam nitrat yang tidak boleh dibawa sampai kontak dengan cairan yang mudah terbakar. Bahaya sesungguhnya dari inkompatibilitas terjadi akibat kesalahan dalam melakukan asesmen, sehingga saat beberapa bahan kimia dibawa bersama-sama dengan kurang hati-hati, terjadi reaksi hebat, dan merusak pabrik dan personilnya. Kemungkinan akibat pencampuran yang tidak direncanakan harus selalu diawasi.

Bahan inkompabilitas lain adalah oksidator dan reduktor. Beberapa bahan kimia yang tidak terbakar mampu membantu dengan baik pembakaran saat berkombinasi dengan bahan kimia lain yang menghasilkan oksigen dalam jumlah yang besar. Tidak hanya atmosfer dengan cepat dipenuhi oleh oksigen, tetapi panas reaksi mungkin cukup untuk membuat pembakaran dan kebakaran dapat terjadi. Oksidasi adalah kombinasi oksigen bahan kimia dengan bahan lain; dapat cepat atau lambat, dan bahan yang dengan cepat dapat memberikan oksigennya ke bahan lain disebut oksidator, seperti asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), mangan oksida ( $\text{MnO}_2$ ), hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), dan asam kromat ( $\text{CrO}_3$ )

Sebaliknya, bahan yang mengambil oksigen dari senyawa dan kombinasinya disebut reduktor, seperti hidrogen, karbon, hidrokarbon, bahan organik, dan lain-lain. Oksidasi dan reduksi adalah proses yang berlawanan yang selalu terjadi bersamaan, dan bahan yang inkompatibilitas seperti kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ), yang merupakan oksidator kuat, bila bergabung dengan bubuk aluminium, yang merupakan reduktor kuat, dengan cepat mengubah sifat-sifat alamiahnya dengan memperlihatkan bahwa kedua bahan tidak boleh disimpan berdekatan.



Gambar.2.1. Cairan yang mudah terbakar akan mulai terbakar hanya apabila bagian bahan bakar dan zat asam perisinya memadai

#### 6. Apakah bahan mudah terbakar atau sangat mudah terbakar?

- Berapa titik nyalanya?
- Berapa batas LEL (batas bawah ledakan) dan UEL (batas atas ledakan) nya?
- Berapa titik bakarnya?

#### 7. Sistem Klasifikasi PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa)

Perserikatan Bangsa-Bangsa (United Nations) memberikan klasifikasi bahan berbahaya seperti tabel berikut ini.

Tabel..3. Klasifikasi bahan berbahaya berdasarkan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB)

Klas		Penjelasan
<b>Klas I</b>	(Eksplusif)	Dapat terurai pada suhu dan tekanan tertentu dan mengeluarkan gas kecepatan tinggi dan merusak sekeliling
<b>Klas II</b>	(Cairan mudah terbakar)	1. Gas mudah terbakar 2. Gas tidak mudah terbakar 3. Gas beracun
<b>Klas III</b>	(Bahan mudah terbakar)	1. Cairan : F.P <23°C 2. Cairan : F.P >23°C ( F.P = flash point)
<b>Klas IV</b>	(Bahan mudah terbakar selain klas II dan klas III)	1. Zat padat mudah terbakar 2. Zat yang mudah terbakar dengan sendirinya 3. Zat yang bila bereaksi dengan air dapat mengeluarkan gas mudah terbakar
<b>Klas V</b>	(Zat pengoksidasi)	1. Oksidator bahan anorganik 2. Peroksida organik
<b>Klas VI</b>	(Zat racun)	1. Zat beracun 2. Zat menyebabkan infeksi
<b>Klas VII</b>	(Zat radioaktif)	Aktifitas : 0.002 microcury/g
<b>Klas VIII</b>	(Zat korosif)	Bereaksi dan merusak

### 3.3.5. MSDS ( *Material Safety Data Sheet* )

MSDS ( *Material Safety Data Sheet* ) atau **Lembar data keselamatan bahan (LDKB)** merupakan suatu berkas data yang mengandung informasi mengenai sifat-sifat suatu bahan. Lembar data ini bertujuan memberikan informasi kepada para pekerja dan personel gawat darurat mengenai informasi penanganan suatu bahan dengan aman. Lembar data ini memberikan informasi data seperti titik leleh, titik didih, titik nyala, toksisitas, efek kesehatan, perawatan pertama, reaktivitas, cara penyimpanan, cara pembuangan, peralatan pelindung yang diperlukan, dan prosedur penanganan tumpahan bahan. Format lembar data ini berbeda-beda bergantung pada persyaratan tiap-tiap negara.

Lembar data keselamatan bahan juga digunakan secara luas dalam mengkatalogkan informasi bahan-bahan dan campuran kimia. Lembar data ini dapat ditemukan di mana pun suatu bahan kimia digunakan, yang isinya paling tidak ada 8 informasi penting yang termuat dalam sebuah dokumen MSDS atau LDKB. Informasi tersebut meliputi:

1. Identifikasi bahan (*material identification*): berisi informasi mengenai nama produk, alamat dan nomor telepon *emergency* dari Perusahaan pembuat bahan kimia tersebut.
2. Komposisi bahan (*identity information*): mengandung informasi mengenai komposisi bahan kimia yang terkandung di dalamnya, di mana konsentrasi bahan yang tertera minimal 1% atau 0.1% untuk bahan kimia yang berpotensi menyebabkan kanker.
3. Sifat fisika dan kimia (*Physical and chemical properties*): sifat fisika dan kimia yang tertera di dalam Lembar Keselamatan dan Keamanan Bahan meliputi warna dan bau, serta sifat yang menunjukkan seberapa mudah suatu bahan kimia dapat menguap dan terlepas ke udara. Sifat tersebut antara lain titik didih, tekanan uap, masa jenis uap, berat jenis dan laju penguapan.
4. Data potensi bahaya kebakaran (*Fire explosion and hazard data*): berisikan informasi mengenai potensi bahaya kebakaran dari produk, serta hal-hal yang perlu diperhatikan apabila terjadi kebakaran yang melibatkan bahan kimia tersebut. Informasi yang disajikan meliputi:
  - a. *flash point*: temperatur terendah dimana suatu cairan melepaskan cukup uap untuk membentuk campuran yang dapat terbakar oleh suatu percikan api
  - b. *extinguishing media*: jenis pemadam api yang dapat digunakan.
  - c. *special fire fighting procedures*: prosedur khusus yang dapat diterapkan ketika kebakaran yang melibatkan bahan kimia tersebut.
5. Data reaktifitas (*reactivity data*): bagian ini menjelaskan mengenai tingkat kereaktifan suatu bahan kimia bila tercampur dengan bahan kimia lain, atau bila disimpan pada tempat yang tidak sesuai.
6. Data mengenai bahaya terhadap kesehatan (*health hazard data*): bagian ini menjelaskan pengaruh paparan (*exposure*) bahan kimia terhadap kesehatan, beserta tanda-tanda dan gejalanya bila seseorang terkena paparannya. Pengaruh terhadap kesehatan dapat bersifat langsung (*acute*) atau jangka panjang (*chronic*). Bagian ini menjelaskan pula jalan masuk yang memungkinkan bahan kimia masuk ke dalam tubuh (kontak dengan kulit, terhirup, tertelan, dan lain-lain), termasuk pula target organ tubuh yang paling rentan terkena paparan.
7. Hal-hal yang harus diperhatikan selama penanganan dan penggunaan (*precaution for safe handling and use, or spill and leak procedures*): bagian ini berisikan informasi mengenai peralatan yang tepat untuk digunakan dan tindakan yang harus dilakukan bila terjadi tumpahan atau bocoran. Selain itu, dijelaskan pula mengenai prosedur pembuangan limbah bahan kimia tersebut dan hal-hal yang perlu diperhatikan selama penanganan dan penyimpanannya.
8. Tindakan pengendalian (*control measures*): berisikan penjelasan mengenai tindakan-tindakan pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi potensi bahaya yang mungkin ditimbulkan, seperti penyediaan sarana ventilasi, prosedur kerja yang aman, dan alat pelindung diri yang sesuai.

Material safety data sheet atau dalam Surat Keputusan Menteri Perindustrian No. 87/M-IND/PER/9/2009, tentang global harmonize system (GHS) dinamakan Lembar Data Keselamatan Bahan (LDKB) adalah lembar petunjuk yang berisi informasi bahan kimia meliputi sifat fisika, kimia, jenis bahaya yang ditimbulkan, cara

penanganan, tindakan khusus dalam keadaan darurat, pembuangan dan informasi lain yang diperlukan.

Semua bahan kimia berbahaya diwajibkan memiliki MSDS, hal ini diatur dalam berbagai peraturan seperti Keputusan Menteri Kesehatan nomor 472 tahun 1996, Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 187/Men/1999, Peraturan Pemerintah nomor. 74 tahun 2001 tentang B3, dan keputusan menteri perindustrian nomor 87 tahun 2009, tentang Global Harmonize System (GHS).

Didalam OSHA Hazard Communication 29 CFR 1919.1200 juga dinyatakan bahwa pihak manufaktur bahan kimia harus memastikan bahwa semua bahaya bahan kimia yang diproduksi sudah dievaluasi dan memastikan bahwa bahaya tersebut diinformasikan kepengguna bahan kimia tersebut melalui MSDS. Menurut OSHA, yang bertanggung jawab membuat MSDS adalah pihak manufaktur yang memproduksi bahan kimia tersebut. Dan semua pihak-pihak yang berkaitan dengan aliran distribusi bahan kimia tersebut bertanggung jawab menyampaikan MSDS tersebut sampai kepengguna. Bahkan MSDS tersebut harus selalu menyertai bahan kimia tersebut sepanjang pendistribusiannya.

Pembuatan MSDS adalah kewajiban pembuat bahan kimia dan pengguna bahan kimia memiliki hak untuk memperoleh MSDS dari pihak pemasok, meskipun pihak pemasok bukan pembuat atau manufaktur bahan kimia tersebut, namun pihak pemasok berkewajiban menyediakan MSDS dari bahan kimia yang didistribusikan yang dia peroleh dari pihak manufaktur. Pihak perusahaan sebagai pengguna berkewajiban menyediakan MSDS ditempat kerja atau area yang mudah dijangkau atau diketahui oleh pekerja. Pihak perusahaan juga berkewajiban memberikan training mengenai MSDS kepada pekerja agar mereka dapat membaca dan memahami MSDS tersebut.

Format MSDS disarankan sebaiknya mengikuti format global harmonize system (GHS) yang sudah ditetapkan oleh peraturan menteri perindustrian nomor 87 tahun 2009. Dalam peraturan ini ditetapkan bahwa MSDS harus terdiri dari 16 section dengan urutan sebagai berikut:

1. Identifikasi Senyawa (Tunggal atau Campuran)
2. Identifikasi Bahaya
3. Komposisi / Informasi tentang Bahan Penyusun Senyawa Tunggal
4. Tindakan Pertolongan Pertama
5. Tindakan Pemadaman Kebakaran
6. Tindakan Penanggulangan jika terjadi Kebocoran
7. Penanganan dan Penyimpanan
8. Kontrol Paparan / Perlindungan Diri
9. Sifat Fisika dan Kimia
10. Stabilitas dan Reaktifitas
11. Informasi Teknologi
12. Informasi Ekologi
13. Pertimbangan Pembuangan / Pemusnahan
14. Informasi Transportasi
15. Informasi yang berkaitan dengan Regulasi
16. Informasi lain termasuk informasi yang diperlukan dalam pembuatan dan revisi SDS.

### **Penggunaan dan Penyimpanan MSDS**

Sebagian besar MSDS berbahasa Inggris terutama MSDS bahan kimia yang diimport dari Negara lain, meskipun dalam peraturan pemerintah sudah ditetapkan

bahwa semua MSDS harus menggunakan bahasa Indonesia, ini berarti para pemasok dan importir bertanggung jawab menterjemahkan MSDS tersebut kedalam bahasa Indonesia. Penggunaan MSDS dalam bahasa Indonesia memang lebih tepat mengingat sebagian besar pengguna bahan kimia dilapangan (para pekerja) tidak bisa berbahasa Inggris. Jika MSDS yang disediakan dilapangan berbahasa Inggris dan para pekerja tidak memahaminya maka MSDS tersebut menjadi tidak berguna. Maka sebaiknya pihak perusahaan meminta kepada pihak pemasok untuk menyediakan MSDS dalam bahasa Indonesia, jika tidak mungkin maka perusahaan sebaiknya menterjemahkan sendiri MSDS tersebut kedalam bahasa Indonesia sebelum diberikan kepada pengguna dilapangan.

Selama transportasi atau pengiriman bahan kimia juga harus disertai dengan MSDS, misalnya pada saat bahan kimia tersebut dikirim dengan menggunakan truk container maka MSDS bahan kimia harus dibawa oleh sopir truk bersamaan dengan dokumen pengiriman lainnya. Jangan sekali-kali menyimpan MSDS didalam container atau packaging bahan kimia yang dikirim karena akan sulit untuk diambil jika terjadi kecelakaan.

Jangan mengirimkan MSDS kepada pengguna atau pembeli dengan cara memasukkan MSDS tersebut kedalam kemasan bahan kimia, tetapi dapat dikirim melalui email, fax atau system database menggunakan internet.

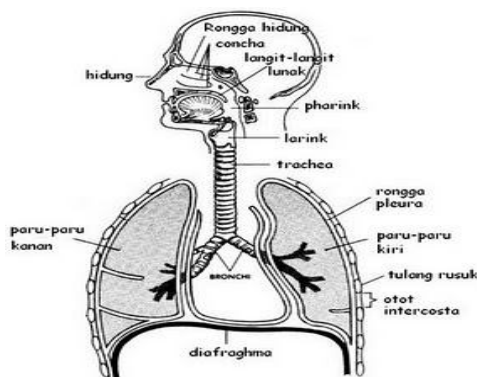
#### IV. BAHAYA KESEHATAN AKIBAT PAPARAN BAHAN KIMIA

##### a. Faktor-Faktor Yang Menimbulkan Kondisi Bahaya

##### 1. Jalur Masuk

Masuk bahan kimia ke dalam tubuh bisa melalui 3 jalan yakni melalui; (i) Pernapasan ( inhalation ), (ii) Kulit (skin absorption ), dan (iii) tertelan ( ingestion) Untuk mengetahui suatu jenis bahan kimia dan kandungannya maupun tingkat bahayanya, maka setiap bahan kimia harus memiliki material safety data set (MSDS).

##### Pernapasan (inhalation)



Gambar 2.2. Perjalanan udara masuk kedalam paru-paru

Paru merupakan sumber pernapasan yang umum, dan jaringan paru bukan merupakan barrier yang sangat protektif terhadap paparan bahan kimia.

Luas area permukaan paru-paru sebesar 90 m<sup>2</sup>, orang yang dewasa yang sehat bias menghirup 8,5m<sup>2</sup> udara dalam melakukan pekerjaan.

Sistem pernapasan terdiri dari : Saluran pernapasan bagian atas, (hidung, mulut, dan tenggorokan), dan saluran udara (trachea, bronchi, bronchioles, saluran alveoli)

dan meyebar ke kantung-kantung udara yang sangat halus,  
dimana  $O_2$  dan  $CO_2$  terjadi pertukaran

Fungsi utama paru adalah proses pertukaran antara oksigen dari udara dan karbondioksida dari darah keudara.

Akibat jaringan paru yang sangat tipis dan halus memungkinkan aliran masuk bukan saja oksigen, tetapi berbagai zat kimia lainnya kedalam darah. (gambar 2.2)

Selain kerusakan sistemik, bahan kimia berhasil melewati permukaan paru mencederai jaringan paru dan mengganggu fungsi fitalnya untuk memasok oksigen. Sedangkan efek pemaparan polutan udara terhadap kesehatan tenaga kerja sangat beragam tergantung pada jumlah dan lamanya pemaparan, juga tergantung pada status kesehatan tenaga kerja itu sendiri . Di industri inhalasi bahan kimia dalam bentuk, gas, uap, atau partikel dan absorsinya melalui paru-paru merupakan jalur pemaparan yang paling penting .

### Kulit (skin absorption )

Kulit merupakan jalur pemaparan yang paling umum dari suatu zat kimia, tetapi untungnya kulit merupakan barrier yang paling efektif terhadap berbagai jenis zat kimia. Apabila zat kimia menembus kulit toksitasnya tergantung pada derajat absorpsi yang berlangsung, semakin besar absorpsi zat tersebut semakin besar kemungkinan zat tersebut mengeluarkan efek toksitnya. Zat kimia begitu masuk menembus kulit, zat tersebut akan memasuki darah dan terbawah keseluruh tubuh. Kemampuan suatu zat kimia menembus kulit tergantung pada dapat larutnya zat tersebut dalam lemak, seperti pelarut organik dan fenol dapat terserap melalui kulit. Apabila kulit mengalami kerusakan akibat ter-iris, tergores, atau penyakit, maka penyerapan bahan-bahan kimia yang kontak dengannya masuk kedalam tubuh lebih cepat .

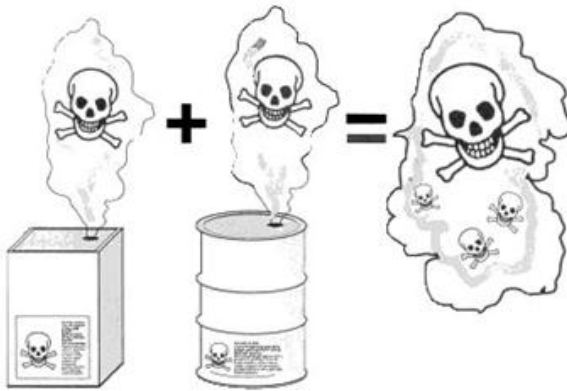
### Tertelan ( ingestion )



Gambar 2.3 Sitem gastrointestinal

Ingesti adalah jalur masuknya senyawa yang terkandung dalam makanan dan minuman ke dalam mulut. Zat kimia ditelan masuk kedalam tubuh melalui absorpsi di saluran gastrointestinal. Jika tidak absorpsi, zat kimia itu tidak dapat menimbulkan kerusakan sistemik. Absorpsi zat kimia dapat berlangsung sepanjang saluran pencernaan makanan pada manusia terdiri dari beberapa organ berturut-turut dimulai dari mulut (*cavum oris*), kerongkongan (*esofagus*), lambung (*ventrikulus*), usus halus (*intestinum*), usus besar (*colon*), dan anus. Lokasi utama absorpsi adalah usus halus, karena fungsi fisiologisnya dalam mengabsorpsi zat gizi. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 2.3. berikut ini.

## 2. Pengaruh Gabungan Dari Bahan-bahan Kimia



Gambar.2.4. Pengaruh racun dari gabungan dua bahan kimia yang dapat saling memperkuat dibandingkan dengan jumlah dari masing-masing penaruh

Pengaruh gabungan paparan dari bahan-bahan kimia, terjadi karena reaksi kombinasi (gabungan) dari dua bahan kimia atau lebih penerapannya ketubuh manusia, dapat membentuk senyawa baru yang sangat berbeda dengan kandungan dan sifat asalnya, dan bahkan lebih membahayakan terhadap kesehatan dai pada pengaruh dari masing-masing asalnya, gambar 2.4

### b. Pengaruh Racun dari Bahan Kimia

Bahan kimia dapat menimbulkan pengaruh yang berbeda-beda sesuai dengan perbedaan cara dan jenis pemaparannya, untuk itu penaruh bahan kimia dapat dikelompokkan sebagai berikut, menyebabkan iritasi ;

- Alergi
- Kekurangan zat asam (oksigen)
- Keracunan sistemik
- Kanker
- Merusak janis dalam rahim
- Pengaruh terhadap generasi mendatang
- Paru debu (pneumoconiosis)

#### 1. Iritasi

Iritasi adalah diartikan suatu keadaan yang dapat menimbulkan bahaya apabila tubuh kontak dengan bahan kimia. Bagian tubuh yang terkena biasanya kulit, mata dan saluran pernapasan.

##### Iritasi melalui kulit,

apabila terjadi kontak antara bahan kimia tertentu dengan klulit, bahan itu akan merusak lapisan yang berfungsi sebagai pelindung, sehingga kulit menjadi kering, kasar dan luka. Keadaan ini disebut dermatitis (peradangan kulit). Gambar 2.5



bahan- bahan kimia yang menyebabkan dermatitis apabila kontak dengan kulit



Gambar.2.5 Bahan kimia yang menyebabkan dermatitis

Contoh ,

Kulit : asam, basa, pelarut, minyak .

Pelarut adalah suatu zat yang mengandung beberapa bahan (material) yang digunakan untuk melarutkan bahan (material) lainnya

Larutan encer: pedih dengan waktu pemaparan yang lama, infeksi kulit bila kontak langsung

### Iritasi melalui mata



Gambar.2.6. Bahan kimia beracun yang dapat merangsang mata

Kontak yang terjadi antara bahan-bahan kimia dengan mata bisa menyebabkan rusaknya mulai yang ringan sampai kerusakan permanen. Tingkat keparahan dari kerusakan tersebut tergantung dosis (jumlah) dan kecepatan penanggulangan P3K. Sebagai contoh bahan kimia yang menyebabkan iritasi mata ialah asam dan alkali dan bahan-bahan pelarut.

### Saluran pernapasan



Gambar.2.7. Apabila melakukan penyemprotan, berhati-hatilah agar uap dan racunnya jangan sampai terhirup

Iritasi oleh karena bahan-bahan kimia berupa bercak-bercak cair, gas atau uap akan menimbulkan rasa terbakar apabila terkena pada daerah saluran pernapasan bagian atas (hidung dan kerongkongan).

Pada umumnya hal ini terjadi disebabkan oleh bahan-bahan yang mudah larut seperti ammonia, formaldehid, sulfur oksida, asam dan alkalis yang diserap oleh lapisan lendir hidung dan kerongkongan.

Pelarut organik (melalui uapnya): pada umumnya mudah menguap, menimbulkan gangguan pada pernafasan, keracunan yang mempengaruhi sistem syaraf, tergantung dari derajat penguapan

## 2. Reaksi Alergi

Elergi bisa terjadi melalui proses paparan terhadap bahan kimia. Bahan kimia alergen atau sensitizers dapat menyebabkan reaksi alergi pada kulit atau organ pernapasan.

### **Kulit :**

Reaksi elergi dari kulit adalah suatu keadaanyang sering kita lihat menyerupai dermatitis. Contoh bahan kimia : colophony ( rosin), formaldehyde, logam seperti chromium atau nickel, epoxy hardeners, turpentine.

### **Pernapasan :**

Kepekaan saluran pernpasan menyebabkan asma pada waktu bekerja . Contoh bahan kimia : disocyanates, fibre-reactive dyes, formaldehyde, nickel.

## 3. Kekurangan zat asam ( asphyxiation)

Istilah sesak napas dihubungkan dengan gangguan proses oksigensi dalam jaringan tubuh yaitu ada dua jenis:

- Simple asphyxiantion, dan
- Chemical asphyxiantion

### **Simple asphyxiation (sesak napas yang sederhana)**

Karena ini berhubungan dengan kadar zat asam di udara yang digantikan dan didominasi oleh gas seperti nitrogen, karbon dioksida, ethane, hydrogen atau helium yang kadar tertentu mempengaruhi kelangsungan hidup. Udara normal biasanya mengandung 21% zat asam. Apabila kandungan zat asam turun dibawah 17%, maka jaringan tubuh akan mengalami kekurangan zat asam, sehingga menimbulkan gejala-gejala seperti pusing , mual dan kehilangan konsentrasi. Situasi seperti ini bisa terjadi dalam ruangan-ruangan kerja tertutup. Proses penurunan kadar zat asam secara terus-menerus bisa menyebabkan kehilangan kesadaran dan kematian.

### **Chemical asphyxiation (sesak napas karena bahan-bahan kimia).**

Pada situasi ini, bahan-bahan kimia langsung dapat mempengaruhi dan mengganggu kemampuan tubuh untuk mengangkut dan menggunakan zat asam, sebagai contoh adalah karbon monoksida. Pada konsentrasi 0.05% karbon monoksida di udara, dapat menurunkan kapasitas darah untuk mengangkut zat asam ke sberbagai jaringan tubuh.

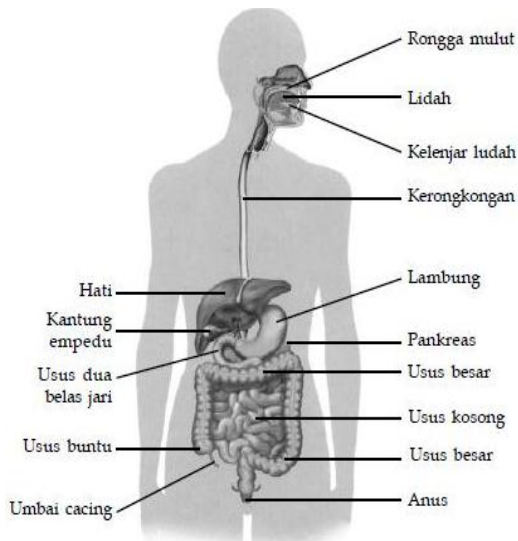
Contoh lain adalah pengaruh racun dari hydrogen sanida atau hydrogen sulfida. Bahan-bahan ini mengganggu kemampuan dari sel-sel tubuh untuk menerima zat asam, meskipun darahnya kaya akan zat asam.

## 4. Kehilangan kesadaran dan mati rasa.

Paparan terhadap konsentrasi yang relatif tinggi dari bahan kimia tertentu seperti ethyl dan prophy alcohol (aliphatic alcohol), dan methylethyl keton (aliphatic

keton), acetylene hydrocarbon ethyl dan isoprophyl ether, dapat menekan susunan syaraf pusat. Bahan –bahan kimia tersebut akan mengakibatkan efek yang sama seperti dalam keadaan mabuk. Paparan pada konsentrasi yang tinggi bisa menimbulkan kehilangan kesadaran, bahkan bisa mematikan.

## 5. Keracunan Sistemik



*Gambar.2.8. Organ hati merupakan target untuk mendapatkan kerusakan akibat paparan terhadap bahan kimia tertentu*

Tubuh manusia memiliki sistem yang kompleks. Keracunan sistemika dihubungkan dengan reaksi dari salah satu sistem atau lebih dari tubuh terhadap bahan-bahan kimia yang mana reaksi ini merugikan dan dapat menyebar keseluruh tubuh. Pengaruhnya tidak seperti local pada salah satu bagian atau daerah dari tubuh. Salah satu fungsi organ hati adalah membersihkan bahan-bahan beracun dari dalam darah serta mengubahnya menjadi bahan-bahan yang aman dan dapat larut dalam air sebelum dibuang. (gambar 2.8)

Namun demikian ada beberapa bahan kimia yang merusak organ hati. Tergantung dari dosis (jumlah) dan kekerapan dari paparan, kerusakan yang terjadi terus menerus pada jaringan hati akan mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi hati. Cedera hati bisa disebabkan oleh bahan kimia seperti bahan pelarut (alcohol, karbon tetraklorida, trikloro ethylene, kloroform) dan hal ini bisa salah diagnosa sebagai hepatitis, sebagaimana gejala-gejala kulit dan mata berwarna kekuning-kuningan yang diakibatkan oleh bahan-bahan kimia tersebut, mempunyai efek yang sama yang terjadi pada hepatitis

Bahan kimia yang mencegah ginjal dari pembuangan hasil-hasil bahan beracun meliputi karbon tetraklorida, karbon disulfida, bahan kimia lainnya seperti kadmium, timbal, turpentine, methanol, toluene dan xylene akan secara perlahan mengganggu fungsi ginjal.

## 6. Kanker

Paparan bahan-bahan kimia tertentu bisa menyebabkan pertumbuhan sel-sel yang tidak terkendali, menimbulkan tumor (benjolan-benjolan) yang bersifat karsinogen. Tumor tersebut mungkin baru muncul setelah beberapa tahun bervariasi antara 4 tahun sampai 40 tahun. Bahan kimia seperti arsenic, asbestos, chromium, nikel dapat menyebabkan kanker paru-paru, Kanker rongga hidung dan sinus disebabkan oleh chromium, isopropyl oils, nikel, debu kayu dan debu kulit. Kanker kandungan

kencing erat hubungannya dengan kepajanan terhadap benzidine, 2-naphthylamine dan debu kulit. Kanker sumsum tulang belakang disebabkan oleh benzene.

## 7. Efek Reproduksi

Bahan-bahan beracun mempengaruhi fungsi reproduksi dan seksual dari seorang manusia.

Dari perkembangan studi bahan-bahan racun adalah faktor yang dapat memberikan pengaruh negatif pada keturunan orang yang terpapar, seperti : manganese, carbondisulphide, monomethyl dan ethyl ethers dari ethylene glycol, mercury. Organic mercury compounds, carbonmonoxide, lead, thalidomide, pelarut.

## 8. Paru-paru kotor (pneumoconiosis)

Adalah suatu keadaan yang disebabkan oleh mengendapnya partikel-partikel debu halus daerah pertukaran gas dalam paru-paru dan adanya reaksi dari jaringan paru. Dengan adanya pneumoconiosis kemampuan paru-paru untuk menyerap zat asam akan menurun dan korbannya akan mengalami/merasakan napas yang pendek pada saat melakukan jenis pekerjaan yang berat. Pengaruh ini sifatnya menetap . Contoh bahan-bahan yang menyebabkan pneumoconiosis adalah crystalline silica, asbestos, talc, batubara dan beryllium.

## V. EVALUASI FAKTOR KIMIA DI LINGKUNAN KERJA

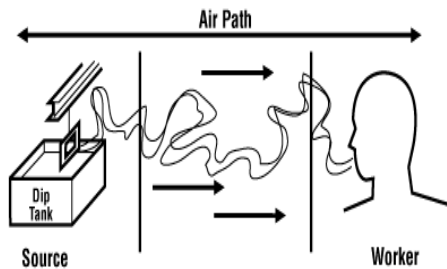
Evaluasi factor lingkungan kerja kimia dimaksudkan sebagai usaha teknis untuk mengetahui secara baik kualitatif maupun kuantitatif factor apa yang terdapat di lingkungan kerja tersebut. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.Kep.187/MEN/1999, tentang pengendalian bahan kimia berbahaya di tempat kerja, dimana bahan kimia berbahaya adalah bahan kimia dalam bentuk tunggal atau campuran yg berdasarkan sifat kimia dan atau fisika dan atau toksikologi berbahaya terhadap tenaga kerja, instalasi dan lingkungan

*Menurut Olishifski.J.B (1988) : tanggung jawab dan kewajiban manajemen dalam program pengendalian bahaya ditempat kerja antara lain sebagai berikut :*

- Pengendalian bahaya- bahaya kesehatan
- bahan baku dari segi produksi dan faktor resiko
- proses produksi yang aman dan dipahami oleh tenaga kerja
- Isolasi peralatan produksi
- perlengkapan kerja tenaga kerja
- perlengkapan alat pengaman untuk mesin/alat, maupun untuk tenaga kerja (personal protective equipment)
- melaksanakan pengukuran dan monitoring lingkungan kerja (monitoring and measurement procedures)
- prosedur tetap keadaan darurat (emergency response procedures)
- pengendalian teknis(engineering control) ....<sup>1</sup>. Gambar.2.9

---

<sup>1</sup> ..... Olishifski.J.B. (1988) . Fundamental of Industrial Hygiene

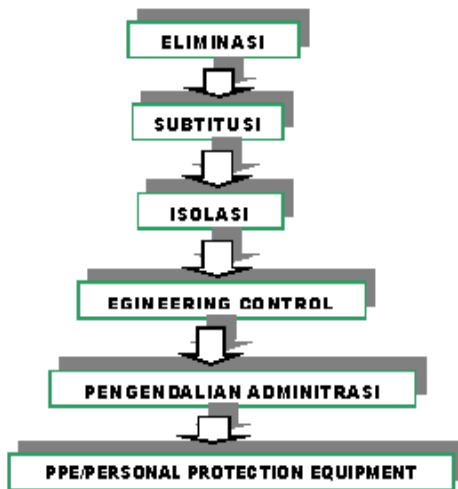


Untuk mengetahui besarnya paparan bahaya bahan kimia terhadap tenaga kerja diupayakan Pengendalian secara Teknis (engineering control) pada :

- sumber/surce,
- sebaran/path,
- receiver/penerima

Gambar 2.9. evaluasi sumberbahaya kimia (mengetahui besar paparan bahaya kimia terhadap tenaga kerja)

Pada pengkajian hirarki pengendalian (Hierarchy of Control ) menurut OSHA = Occupational Safety and Health Administration, dan ANSI = *American National Standards Institution* Z10:2005, seperti dilukis pada gambar.2.10



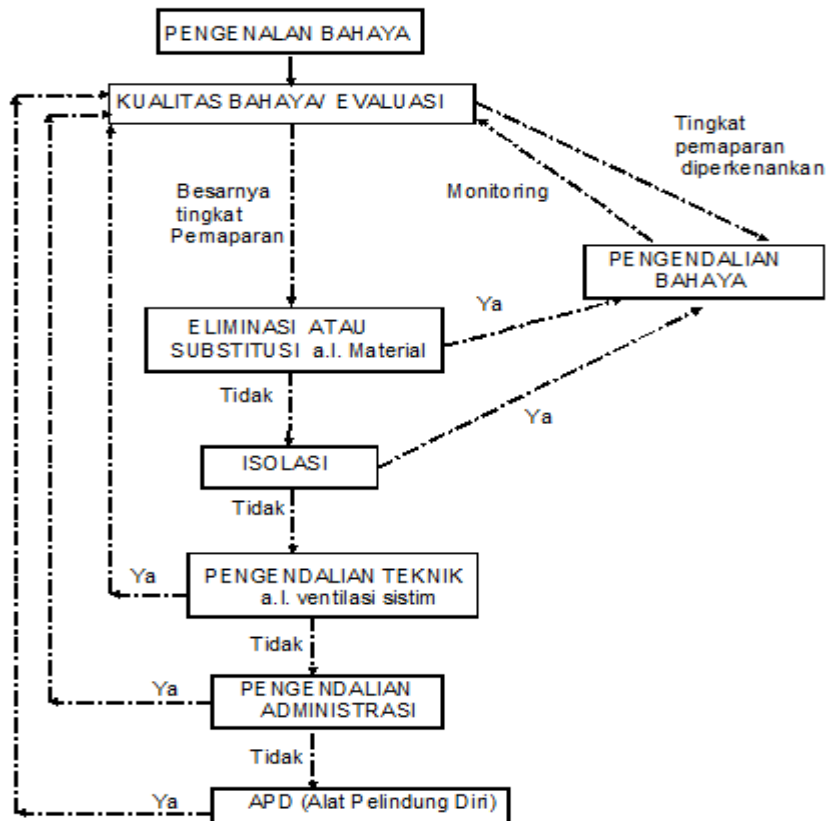
1. Eliminasi, yaitu menghilangkan suatu bahan/tahapan proses berbahaya
2. Subtitusi, yaitu mengganti dengan bahan lain yang kurang berbahaya
3. Isolasi, yaitu proses kerja berbahaya disendirikan
4. Engeneering control/pengemdalian teknis, adalah pengendalian yang sifatnya teknis
5. Pengendalian administrasi
6. PPE/personal protective equipment, yaitu penggunaan alat pelindung diri (masker, kaca mata, pakaian kerja khusus, sepatu, dan lain- lain )

Gambar 2.10 Hierarchy of Control OSHA dan ANSI Z10:2005

Dalam upaya pengendalian potensi bahaya di tempat kerja, maka perlu adanya pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar pengendalian yang harus diikuti yaitu melalui tahapan sebagai berikut : lihat Gambar 2.11

- Pengenalan potensi bahaya yang ada maupun resiko yang mungkin timbul (*Hazards Identification*).
- Penilaian tingkat resiko yang mungkin timbul (*Risks Assessment*).
- Penentuan dan pemilihan tindakan pencegahan monitoring atau pengukuran lingkungan kerja, untuk mengetahui besarnya tingkat resiko di

tempat kerja . Dari data hasil pengukuran lingkungan kerja bila telah melebihi ketentuan standar Nilai Ambang Batas (NAB) dan pengendalian yang tepat dengan menggunakan metode hirarki pengendalian (*Risks Control*), diadakan suatu analisa dan disusun sebagai umpan balik dalam proses pencegahan, dengan eliminasi atau substitusi, bila bahaya tersebut bisa di eliminasi atau disubstitusi (ya), baru diadakan pengendalian bahaya, dan bila (tidak) berarti dilaksanakan proses isolasi, proses selanjut bisa dilihat pada gambar 2.11



Gambar.2.11 Usaha - usaha pencegahan bahaya bahan kimia

## 6.1. Substitusi

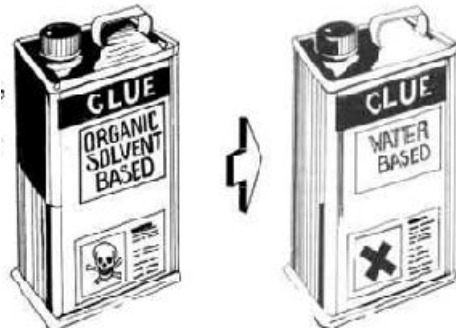
Yang dimaksud substitusi adalah penggantian bahan-bahan berbahaya/beracun dengan bahan yang tidak beracun, hal ini agak sukar dilaksanakan mengingat banyak dari bahan kimia yang dipakai dalam proses produksi yang apabila diganti dengan bahan lain dapat mempengaruhi dari hasil produksi dengan kata lain produksi mungkin akan tidak sama bila memakai bahan aslinya dan untuk mendapatkan hasil yang sama diperlukan penelitian-penelitian yang saksama dan membutuhkan biaya tinggi.

penggantian bahan-bahan berbahaya/beracun dengan bahan yang lebih aman, faktor-faktor yg dipertimbangkan :

- Pemakaian teknologi dan faktor ekonomi
- Ketersediaan bahan pengganti
- Toxicologi dan aspek K3

Pengantian bahan beracun

- o Menggunakan cat larut air atau perekat sebagai pengganti larut organik (gambar 2.12)
- o Menggunakan larutan air dtergen sebagai pengganti bahan pelarut
- o Menggunakan bahan kimia yang memiliki titik nyala yang lebih tinggi dari pada yang memiliki titik nyala rendah



*Gambar 2.12 Bila mungkin, bahan berbahaya harus diganti dengan yang kurang berbahaya. Sebagai contoh lem dengan pelarut organik harus diganti dengan pelarut air.*

Pengantian/perubahan proses

- o Mengganti cat semprot dengan elektrostatis atau cat celup
- o Mengganti pengisian secara manual dengan pengisian secara mechanical
- o Mengganti abrasive blasting kering dengan blasting basah

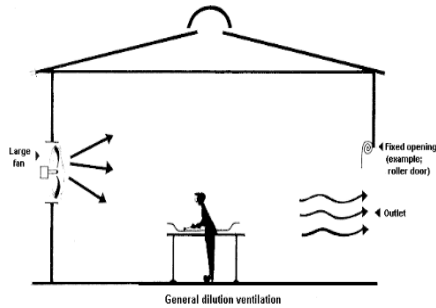
## 6.2. Isolasi

Isolasi yang dimaksud disini adalah mengisolir tempat atau ruangan-ruangan yang mengandung aspek bahan kimia yang berbahaya dari para pekerja atau tidak kontak langsung bahan-bahan berbahaya tersebut, cukup dilakukan dengan mengontrol dari luar atau tempat lain.

*Jaga Jarak atau menggunakan pelindung* (antara pekerja dg bahan berbahaya)

- Pemagaran seluruh mesin
- Menutup titik- titik daerah penyebar debu dari ban berjalan/conveyors
- Memasang tirai pelindung proses operasi abrasive blasting

## 6.2. Ventilasi Industri



Gambar.2.13 Ventilasi industri

Ventilasi, adalah proses pertukaran udara dengan cara pengeluaran udara terkontaminasi dari suatu ruang kerja, melalui saluran buang, dan pemasukan udara segar melalui saluran masuk. Alternatif lainnya untuk mengurangi kontaminan/polutan atau konsentrasi termasuknya adalah perubahan proses, perubahan cara kerja, substitusi dengan bahan kimia beracun yang kurang, atau penghapusan penggunaan bahan kimia beracun.

### Tujuan

Sedangkan tujuan dari sebuah sistem ventilasi, adalah sebagai berikut :

- a. Menyediakan pasokan udara segar di luar secara kontinu.
- b. Mempertahankan suhu dan kelembaban di tingkat yang nyaman.
- c. Mengurangi potensi bahaya kebakaran atau ledakan.
- d. Mencairkan konsentrasi kontaminan dalam udara di lingkungan tempat kerja
- e. Mengontrol kontaminan meliputi:
  - menghilangkan penggunaan bahan kimia berbahaya atau material,
  - mengganti dengan bahan kimia yang kurang beracun, atau perubahan proses

Penerapan sistem ventilasi industri berkaitan dengan ; sistem pabrik, perbedaan pemakaian bahan baku, perbedaan proses, perbedaan senyawa kimia karena penggunaan bahan kimia. Karena banyaknya variasi pencemar antara satu pabrik dengan pabrik lain maka banyak pula, berbagai macam ventilasi yang digunakan di industri antara lain, seperti ; ventilasi sistem pengenceran, ventilasi pengeluaran setempat, ventilasi sistem tertutup, ventilasi kenyamanan dan lain- lain sebagainya

Ada beberapa jenis ventilasi di tempat kerja:

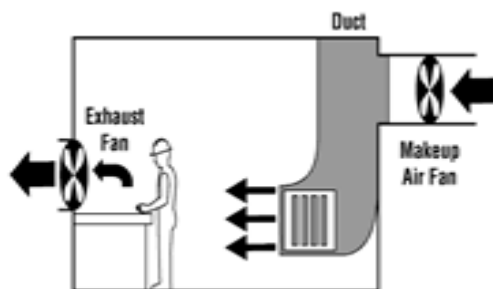
- Dilusin (general) ventilasi/Ventilasi Pengenceran Udara, pengenceran terhadap udara yang terkontaminasi di dalam bangunan atau ruangan, dengan meniup udara bersih (tidak tercemar), tujuannya untuk mengendalikan bahaya di tempat kerja.
- Lokal exhaust ventilasi/Ventilasi pengeluaran setempat, adalah proses pengisapan dan pengeluaran udara terkontaminasi secara serentak dari sumber pencemaran sebelum udara berkontaminasi berada pada ketinggian zona pernapasan dan menyebar keseluruh ruang kerja, umumnya ventilasi jenis ini di tempatkan sangat dekat dengan sumber emisi .
- Exhausted Enclosure /Ventilasi sistem tertutup, dimana kontaminan yang beracun yang dipancarkan dari suatu sumber dengan kecepatan yang tinggi



harus dikendalikan dengan isolasi sempurna, atau menutup proses (khususnya pada pekerjaan blasting). Pekerjaan balasting adalah suatu proses yang tertutup, misalnya disebabkan oleh emisi debu silika bebas yang sangat besar.

- Confort ventilation/Ventilasi kenyamanan. Pertukaran udara didalam industri merupakan bagian dari 'Air Conditioning/AC, sering digunakan bersama – sama degan alat pemanas atau alat pendingin dan alat pengatur kelembaban udara.

### 1. Dilusin (general) ventilasi/Ventilasi Pengenceran Udara



Gambar 2.14, tipe dilusi ventilasi, yang direkomendasikan oleh ACGIH (American Conference Of Govermental Industrial Hygienist).

Dilusi ventilasi biasanya dicapai dengan cara mengencerkan udara yang terkontaminasi atau mengandung gas yang mudah terbakar dengan meniupkan udara ketempat kerja dan mengeluarkan kembali lewat saluran buang. Ventilasi pengenceran udara dapat lebih efektif jika exhaust fan terletak dekat dengan pekerja yang terpapar dan udara yang di makeup terletak di belakang pekerja sehingga udara yang tercemar akan jauh dari zona pernapasan pekerja.



Gambar 2.15, dilusi ventilasi

Jika 6 liter methanol yang tertumpah dalam selang waktu 1 jam pada suatu ruang kerja. Hitunglah tingkat pengenceran (dalam cfm), yang diperlukan untuk mengurangi tingkat paparan kepada pekerja yang terpapar, dengan level dibawah NAB/TLV? Asumsikan  $k = 4$ ,  
 Data ,  
 NAB/TLV = 220 ppm  
 Berat Jenis , -----SG = 0,792  
 Tingkat emisi , ---ER = 6/60 liter/menit  
 Berat Melekul, MW = 32,04  
 Factor k, k = 4

$$Q' = \frac{(403 * 10^6 * SG * ER)}{(MW * C)}$$

$$Q' = \frac{(403 * 10^6 * 0,792 * 6/60)}{32,03 * 220} = 4528,09 \text{ cfm}$$

$$Q = Q'.k$$

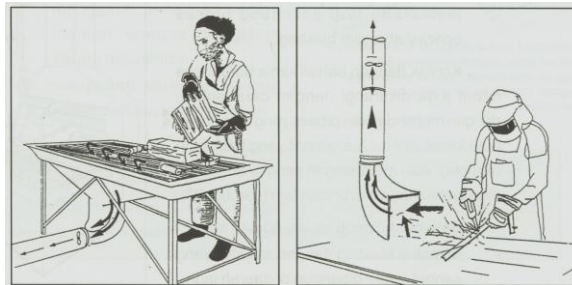
$$Q = 4528,09 * 4 =$$

$$Q = 18.126,36 \text{ cfm}$$

Maka tingkat pengenceran adalah sebesar 18.126 cfm

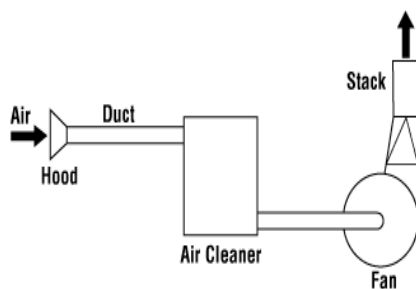
## 2. Lokal exhaust ventilasi/Ventilasi pengeluaran setempat

Lokal exhaust ventilasi/ventilasi pengeluaran setempat, umumnya merupakan cara yang jauh lebih efektif untuk mengontrol kontaminan yang sangat beracun sebelum mencapai zona pernapasan pekerja, dan berfungsi untuk menangkap semua kontaminan pada sekitar sumber.



Gambar, 2.16. Ada dua cara ventilasi pengeluaran setempat. Sebelah kiri kontaminan ditarik melalui meja kerja sebelum mencapai zona pernapasan si pekerja. Sebelah kanan asap dari pengelasan ditarik ke dalam sistem pembuangan udara.

Tujuan dari sistem ini adalah mengeluarkan udara kontaminan bahan kimia dari sumber tanpa memberikan kesempatan kontaminan mengalami difusi dengan udara di tempat kerja.



Gambar, 2.17. Komponen Dasar Lokal Exhaust Sistem

Local Exhaust Ventilasi (LEV) termasuk alat kontrol engineering (kerekayasa) yang utama dan harus tersedia untuk mengurangi konsentrasi dari gas, debu, uap, asap dan kotoran di udara.

Secara ideal, Lokal Exhaust Sistem terdiri dari 4 komponen, yaitu ; (i) hood, (ii) duct work, (iii) air cleaning device, dan (iv) fan

### 6.3. Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD)

Alat keselamatan kerja adalah sebagai cara terakhir bila teknik-teknik pengamanan, dan usaha-usaha rekayasa (engineering) tidak berhasil dilaksanakan seperti dilukiskan pada gambar-.2.11 Alat keselamatan ini belum sepenuhnya menjamin seseorang untuk tidak celaka, karena fungsi alat keselamatan hanyalah mengurangi akibat dari kecelakaan.

Alat pelindung pernapasan

Alat pelindung pernapasan ini dapat memberikan proteksi pernapasan dalam keadaan darurat terhadap berbagai jenis bahan pengotoran udara (misalnya debu, bahan-bahan kimia, uap/gas-gas beracun lainnya). Alat pelindung pernapasan ini tidak boleh digunakan apabila konsentrasi oxygen kurang dari 19,5%. Dalam pemakaian/penggunaan alat pelindung pernapasan ini harus disesuaikan dengan jenis bahan pengotorannya atau uap/gas-gas apa yang terkontaminasi di atmosfer.

Beberapa Jenis alat pelindung pernapasan.

- Respirator yang bersifat memurnikan udara.
- Respirator yang dihubungkan dengan suply udara bersih
- Respirator dengan pemasok oksigen

#### **Sarung tangan (Sarung Tangan Karet)**

Sarung tangan dipakai guna melindungi jari-jari tangan dan telapak tangan dari kontak dengan bahan kimia berbahaya

Kaca mata

Kaca mata tipe goggle ini lensanya berwarna putih bening, sehingga cocok untuk pekerjaan yang menimbulkan debu, pekerjaan-pekerjaan yang ada hubungannya dengan bahan kimia serta dipakai pada pekerjaan mengetok/memukul yang menimbulkan partikel beterbangan. Misalnya : mengetok, memukul dan menggerindo.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abu Bakar Che Man, David T. Gold (2005),  
Keselamatan Dan Kesehatan Dalam Penggunaan Bahan Kimia Di Tempat Kerja:  
Manual Latihan, MDC Publishers, 2005  
*British Safety Council*,  
5 star Health & safety Management System (1989)

*ILO (1988)*

Accident Prevention a Workers. Education Manual, Geneva Switzerland

*NIOSH (1988)*

Introduction to Occupational Safety 508. U.S Departemen of Health, Education

*Jullian B. Olishifski (1988)*

Fundamentals of Industrial Hygiene (3rdED). New Yourk : National Safety  
Council .655-666

*Joe Riordan- Charperson (1995)*

Echancing Safety an Australia Workplace Primer, TAFE Publication Prospect  
Place Perth WA. 6005

Industrial Hygiene and Chemical Safety M.H. Fulekar Professor Life Science (2006)

Department University of Mumbai I.K. International Publishing House Pvt. Ltd.  
New Delhi Published by I.K. Internatinal Pvt. Ltd. S-25, Green Park Extension i.

Jack T. Garrett, Lewis J. Cralley, Lester V. Cralley - 1988

eRobert W. Allen, Michael D. Ells, Andrew W. Hart - 1976 - Industrial hygien363 halaman

## BAGIAN - 2

# LINGKUNGAN KERJA

# FAKTOR BIOLPGI

### I. PENGENALAN

Higiene industri adalah Ilmu dan seni yang mencurahkan perhatian pada pengenalan, evaluasi dan kontrol faktor lingkungan yang muncul di tempat kerja yang mungkin menyebabkan sakit, gangguan kesehatan dan kesejahteraan atau menimbulkan ketidaknyamanan pada tenaga kerja maupun lingkungan. Faktor lingkungan kerja yang dapat menimbulkan bahaya di tempat kerja (occupational health hazards) adalah bahaya : (i) Faktor fisik (panas, cahaya, noise, vibrasi, ioniasing radiation, debu, tekanan, suhu, listrik, gelombang elektromagnetik, dll), (ii) Faktor kimia (logam berat, non logam, gas, vapor, uap, fume, asap, dll), (iii) Biologie (jamur, bakteri, fungi, serangga, dll), (iv) Ergonomi.

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 (i) yang menyebabkan infeksi dan (ii) non-infeksi.

Bahaya dari yang bersifat non infeksi dapat dibagi lagi menjadi (i) organisme viable, (ii) racun biogenik dan (iii) alergi biogenik.

### II. IDENTIFIKASI RESIOKO BAHAYA BIOLOGI DI TEMPAT KERJA

Identifikasi resiko bahaya factor biologi di lingkungan tempat kerja, yaitu melalui agents penyebab penyakit seperti: (i) Mikro organisme (bakteri, virus, fungi) → toksin, infeksi, alergi, (ii) Arthropoda (serangga, dll) → sengatan → infeksi, (iii) Tumbuhan tingkat tinggi (toksin & allergen) → dermatitis, asma, pilek, (iv) Tumbuhan tingkat rendah (yang membentuk spora), (v) Vertebrata (protein allergen) → urine, saliva, faeces, kulit/rambut → alergi, (vi) Invertebrata selain Arthropoda (cacing, protozoa)

#### 2.1. Bakteri

Bakteri mempunyai tiga bentuk dasar yaitu (i) bulat (kokus), (ii) lengkung dan (iii) batang (basil). Banyak bakteri penyebab penyakit timbul akibat kesehatan dan sanitasi yang buruk, makanan yang tidak dimasak dan dipersiapkan dengan baik dan kontak dengan hewan atau orang yang terinfeksi. Contoh penyakit yang diakibatkan oleh bakteri : anthrax (kulit dan paru), tuberculosis (paru), burcelosis (sakit kepala, atalagia, enokarditis), lepra, tetanus, thypoid, cholera, dan sebagainya

#### 2.2. Bahaya infeksi

Penyakit akibat kerja karena infeksi relatif tidak umum dijumpai. Pekerja yang potensial mengalaminya a.l.: pekerja di rumah sakit, laboratorium, jurumasak, penjaga binatang, dokter hewan dll.

Contoh : Hepatitis B, tuberculosis, anthrax, brucella, tetanus, salmonella, chlamydia, psittaci

Masuknya M.O. kedalam tubuh tidak selalu mengakibatkan infeksi, dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain : (i) Virulensi, (ii) Route of infection, (iii) Daya tahan tubuh

### 2.3. VIRUS

Virus mempunyai ukuran yang sangat kecil antara 16 - 300 nano meter. Virus tidak mampu bereplikasi, untuk itu virus harus menginfeksi sel inangnya yang khas. Contoh penyakit yang diakibatkan oleh virus : influenza, varicella, hepatitis, HIV, dan sebagainya

(HIV) → menyebabkan penurunan daya kekebalan tubuh, ditularkan melalui: Tranfusi darah yang tercemar, Tertusuk/teriris jarum/pisau yang terkontaminasi, Hubungan seksual, Luka jalan lahir waktu melahirkan

Pekerja berisiko (HIV) → Pekerja RS, Pekerja yang sering ganti-ganti pasangan

### 2.4. Parasit

(i) Malaria → gigitan nyamuk anopheles, (ii) Ankylostomiasis → anemia kronis (iii) Jamur → gatal-gatal kulit

Jamur dapat berupa sel tunggal atau koloni, tetapi berbentuk lebih kompleks karena berupa multi sel. Mengambil makanan dan nutrisi dari jaringan yang mati dan hidup dari organisme atau hewan lain.

### 2.5 .HEWAN

- Seraangga → sengatan
- Binatang berbisa → gigitan → ular
- Binatang buas → Carnovora

### 2.6. Tumbuhan

- Debu kayu → Allergi & asma
- Debu kapas → alergi saluran nafas

### 2.7. Organisme viable dan racun biogenic.

- Organisme viable termasukdi dalamnya jamur, spora dan mycotoxins; Racun biogenik termasuk endotoxins, aflatoxin dan bakteri.
- Perkembangan produk bakterial dan jamur dipengaruhi oleh suhu, kelembapan dan media dimana mereka tumbuh. Pekerja yang berisiko: pekerja pada silo bahan pangan, pekerja pada sewage & sludge treatment, dll.
- Contoh : Byssinosis, "grain fever", Legionnaire's disease

### 2.8. Alergi Biogenik

- Termasuk didalamnya adalah: jamur, animal-derived protein, enzim.
- Bahan alergen dari pertanian berasal dari protein pada kulit binatang, rambut dari bulu dan protein dari urine dan feaces binatang.
- Bahan-bahan alergen pada industri berasal dari proses fermentasi, pembuatan obat, bakery, kertas, proses pengolahan kayu , juga dijumpai di bioteknologi ( enzim, vaksin dan kultur jaringan).
- Pada orang yang sensitif, pemajanan alergen dapat menimbulkan gejala alergi seperti rinitis, conjunctivitis atau asma.
- Contoh :
  - o Occupational asthma : wool, bulu, butir gandum, tepung bawang dsb.

### III, MIKROORGANISME PENYEBAB PENYAKIT DI TEMPAT KERJA

Beberapa literatur telah menguraikan infeksi akibat organisme yang mungkin ditemukan di tempat kerja, diantaranya :

#### 3.1 Daerah pertanian :

Lingkungan pertanian yang cenderung berupa tanah membuat pekerja dapat terinfeksi oleh mikroorganisme seperti : Tetanus, Leptospirosis, cacing, Asma bronkhiale atau keracunan Mycotoxins yang merupakan hasil metabolisme jamur.

#### 3.2. Di lingkungan berdebu (Pertambangan atau pabrik) :

Di tempat kerja seperti ini, mikroorganisme yang mungkin ditemukan adalah bakteri penyebab penyakit saluran napas, seperti : tuberculosis (paru), burcelosis (sakit kepala, atralagia, enokarditis), Bronchitis dan Infeksi saluran pernapasan lainnya seperti Pneumonia.

#### 3.3. Daerah peternakan : terutama yang mengolah kulit hewan serta produk-produk dari hewan

Penyakit-penyakit yang mungkin ditemukan di peternakan seperti ini misalnya : Anthrax yang penularannya melalui bakteri yang tertelan atau terhirup, burcelosis (sakit kepala, atralagia, enokarditis), Infeksi Salmonella.

#### 3.5. Di Laboratorium :

Para pekerja di laboratorium mempunyai risiko yang besar terinfeksi, terutama untuk laboratorium yang menangani organisme atau bahan-bahan yang mengandung organisme pathogen

#### 3.6. Di Perkantoran : terutama yang menggunakan pendingin tanpa ventilasi alami

Para pekerja di perkantoran seperti itu dapat berisiko mengidap penyakit seperti : Humidifier fever yaitu suatu penyakit pada saluran pernapasan dan alergi yang disebabkan organisme yang hidup pada air yang terdapat pada sistem

pendingin, Legionnaire disease penyakit yang juga berhubungan dengan sistem pendingin dan akan lebih berbahaya pada pekerja dengan usia lanjut

#### IV. CARA PENULARAN KEDALAM TUBUH MANUSIA

Banyak dari mikroorganisme ini dapat menyebabkan penyakit hanya setelah masuk kedalam tubuh manusia dan cara masuknya kedalam tubuh, yaitu :

1. Melalui saluran pernapasan  
Inhalasi spora/debu tercemar : Kokidiomikosis, Histoplasmosis, New Castle, Ornitosisk, Q fever, Tbc
2. Melalui mulut (makanan dan minuman)  
Hepatitis, Diare, Poliomyelitis
3. Melalui kulit (i). Kulit utuh : antrax, Bruselosis, Leptospirosis, Skistosomiasis, Tularemia, Cacing tambang, (ii) Kulit rusak : erisipeloid, rabies, sepsis, tetanus, hepatitis, (iii) Kulit maserasi : infeksi jamur (iv) Gigitan serangga : leismaniasis, malaria, riketsiosis (v) Gigitan sengkenit : Tripanosomiasis

#### V. 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 sistem pendingin.

Dengan mengenal bahaya dari faktor biologi dan bagaimana mengontrol dan mencegah penularannya diharapkan efek yang merugikan dapat dihindari.

#### DAFTAR PUSTAKA

*Bird, F.E., Jr., (c.1980)*

Mine safety and Loss Control . Loganville, Ga : Intiute Press.

*Heinrich, H.W. al al (1980),*

Principles of Accident Prevention. Industrial Accident Prevention, New York ; McGraw Hill

*Nedved, M etall, (1991)*

Fundamentals of Chemical Safety and Major Hazard Control, ILO Publication, Geneva

*National Safety Council (USA),. (1988),*

Accident Prevention Manual for Industrial Operations,



*Taylor Easter Hegney, (1997),*

Enhancing Safety an Auatralian Workplace Primer, Joe Riordan -  
Chairperson worksafe Auatralia, editor G.A. Taylor cover design Paul rochford,  
TAFE publication :

Olishifski Julian, McElroy, Frank E. eds., "*Fundamentals of Industrial Hygiene.*",  
Chicago L Natâ€™MI Safety Council

*Velle, R. (1980)*

Facts About Safety Training . Safery training methods