

MODUL 11

TOKSIKOLOGI PELARUT ORGANIK

1. PENDAHULUAN

Pelarut adalah benda cair atau gas yang melarutkan benda padat, cair atau gas, yang menghasilkan sebuah larutan. Pelarut paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Pelarut lain yang juga umum digunakan adalah bahan kimia anorganik biasanya disebut pelarut anorganik.

Konsentrasi larutan menyatakan secara kuantitatif komposisi zat terlarut dan pelarut di dalam larutan. Konsentrasi umumnya dinyatakan dalam perbandingan jumlah zat terlarut dengan jumlah total zat dalam larutan, atau dalam perbandingan jumlah zat terlarut dengan jumlah pelarut. Contoh beberapa satuan konsentrasi adalah molar, molal, dan bagian per juta (*part per million*, ppm). Sementara itu, secara kualitatif, komposisi larutan dapat dinyatakan sebagai *encer* (berkonsentrasi rendah) atau *pekat* (berkonsentrasi tinggi).

Molekul komponen-komponen larutan berinteraksi langsung dalam keadaan tercampur. Pada proses pelarutan, tarikan antarpartikel komponen murni terpecah dan tergantikan dengan tarikan antara pelarut dengan zat terlarut. Terutama jika pelarut dan zat terlarut sama-sama polar, akan terbentuk suatu struktur zat pelarut mengelilingi zat terlarut. Hal ini memungkinkan interaksi antara zat terlarut dan pelarut tetap stabil.

Bila komponen zat terlarut ditambahkan terus-menerus ke dalam pelarut, maka tidak akan dapat larut lagi. Misalnya, jika zat terlarutnya berupa padatan dan pelarutnya berupa cairan, pada suatu titik padatan tersebut tidak dapat larut lagi dan terbentuklah endapan. Jumlah zat terlarut dalam larutan tersebut adalah maksimal, dan larutannya disebut sebagai *larutan jenuh*.

Titik tercapainya keadaan jenuh larutan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti suhu, tekanan, dan kontaminasi. Secara umum, *kelarutan* suatu zat (yaitu jumlah suatu zat yang dapat terlarut dalam pelarut tertentu) sebanding terhadap suhu. Hal ini terutama berlaku pada zat padat, walaupun ada pengecualian. Kelarutan zat cair dalam zat cair lainnya secara umum kurang peka terhadap suhu daripada kelarutan padatan atau gas dalam zat cair. Kelarutan gas dalam air umumnya berbanding terbalik terhadap suhu.

Dengan berkembangnya manusia yang semakin maju, manusia menciptakan berbagai usaha untuk meningkatkan perekonomian Negara. Salah satu usaha

tersebut dengan berdirinya industri. Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri.(UU No.5 tahun 1984 tentang perindustrian)

Saat ini Industri skala kecil, menengah atau pun skala besar tengah berkembang pesat mewarnai perekonomian di Indonesia. Mulai dari industri makanan minuman, kerajinan, mebel, tekstil, mesin, kimia, plastic, transportasi dan lain-lain. Dalam produksinya industri banyak menggunakan bermacam-macam bahan. Salah satunya adalah pelarut organik.

Pelarut organik adalah pelarut yang umumnya mengandung atom karbon dalam molekulnya. Saat ini terdapat tiga puluh ribuan jenis pelarut organik yang digunakan di industri. Contoh pelarut organik adalah alkohol, eter, ester, etil asetat, keton, dan sebagainya. Pelarut organik banyak digunakan di industri sebagai pembersih, penghilang minyak, tinner, ekstraksi atau bahan kimia intermedia dalam produksi suatu bahan kimia tertentu.

Pelarut organik sangat bermanfaat untuk industri akan tetapi juga dapat menimbulkan bahaya yang serius. Pelarut organik memiliki daya bakar, daya ledak, daya absorpsi melalui kulit, dan dapat menguap yang dapat mengganggu kesehatan manusia/pekerja atau menimbulkan kecelakaan di industri itu sendiri.

Oleh karena itu perlunya pembahasan yang terperinci mengenai sifat fisik dan sifat kimia pelarut organik, jenis-jenis pelarut organik, sumber pelarut organik, kegunaan pelarut organik, nilai ambang batas penggunaan pelarut organik, cara pemajanan terhadap pekerja, dampak, efek kesehatan serta penanggulangan pencegahan penyakit dan kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh pelarut organik yang akan di tinjau dalam makalah ini.

2. DEFINISI

Pelarut adalah suatu substansi (biasanya cair pada suhu ruangan) yang melarutkan substansi lain sehingga menjadi suatu larutan yang homogen. Pelarut paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Pelarut lain yang juga umum digunakan adalah bahan kimia organik (mengandung karbon) yang juga disebut pelarut organik.

Pemakaian di Industri terbanyak sebagai :

- pembersih , penghilang minyak,tinner dan ekstraksi
- bahan kimia intermedia dalam produksi suatu bahan kimia tertentu
- Saat ini ada 30 ribuan jenis pelarut digunakan di industry

3. SIFAT FISIK DAN KIMIA

Pelarut biasanya memiliki titik didih rendah dan lebih mudah menguap, meninggalkan substansi terlarut yang didapatkan. Untuk membedakan antara pelarut dengan zat yang dilarutkan, pelarut biasanya terdapat dalam jumlah yang lebih besar. Berikut adalah sifat fisik dan kimia pelarut secara umum :

- Bentuk : cairan tak berwarna, kecuali *isophorone*
- Daya larut yaitu daya melarutkan dalam lemak, sifat utama sebagai pelarut dan berpengaruh terhadap kesehatan
- Potensi pelarut sebagai anestesi umum dan agent defatting berhubungan secara proposional dengan daya larutnya.
- Daya absorpsi melalui kulit berhub dg daya larut lipid maupun air
- Daya pembakaran dan daya ledak, beberapa pelarut organik sangat mudah terbakar, beberapa pelarut organik sangat sulit terbakar (hidrokarbon halogen)
- Daya menguap, pelarut organik mudah menguap. Makin besar daya menguap makin tinggi kadar di udara kemungkinan terinhalasi makin besar

Tabel sifat-sifat pelarut umum

Solvent	Rumus kimia	Titik didih	Konstanta Dielektrik	Massa jenis
Pelarut <u>Non-Polar</u>				
<u>Heksana</u>	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ - CH ₂ -CH ₃	69 °C	2.0	0.655 g/ml
<u>Benzena</u>	C ₆ H ₆	80 °C	2.3	0.879 g/ml
<u>Toluena</u>	C ₆ H ₅ -CH ₃	111 °C	2.4	0.867 g/ml
<u>Dietil eter</u>	CH ₃ CH ₂ -O-CH ₂ -CH ₃	35 °C	4.3	0.713 g/ml
<u>Kloroform</u>	CHCl ₃	61 °C	4.8	1.498 g/ml
<u>Etil asetat</u>	CH ₃ -C(=O)-O-CH ₂ - CH ₃	77 °C	6.0	0.894 g/ml
Pelarut <u>Polar Aprotic</u>				
<u>1,4-Dioksana</u>	$\begin{array}{c} \text{/-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-} \\ \text{CH}_2\text{-O-} \end{array}$	101 °C	2.3	1.033 g/ml
<u>Tetrahidrofur</u> (THF)	$\begin{array}{c} \text{/-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-} \\ \text{CH}_2\text{-} \end{array}$	66 °C	7.5	0.886 g/ml
<u>Diklorometana</u> (DCM)	CH ₂ Cl ₂	40 °C	9.1	1.326 g/ml
<u>Asetona</u>	CH ₃ -C(=O)-CH ₃	56 °C	21	0.786 g/ml
<u>Asetonitrij</u> (MeCN)	CH ₃ -C≡N	82 °C	37	0.786

				g/ml
<u>Dimetilformamida (DMF)</u>	H-C(=O)N(CH ₃) ₂	153 °C	38	0.944 g/ml
<u>Dimetil sulfoksida (DMSO)</u>	CH ₃ -S(=O)-CH ₃	189 °C	47	1.092 g/ml
Pelarut Polar <u>Protic</u>				
<u>Asam asetat</u>	CH ₃ -C(=O)OH	118 °C	6.2	1.049 g/ml
<u>n-Butanol</u>	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH	118 °C	18	0.810 g/ml
<u>Isopropanol (IPA)</u>	CH ₃ -CH(-OH)-CH ₃	82 °C	18	0.785 g/ml
<u>n-Propanol</u>	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -OH	97 °C	20	0.803 g/ml
<u>Etanol</u>	CH ₃ -CH ₂ -OH	79 °C	30	0.789 g/ml
<u>Metanol</u>	CH ₃ -OH	65 °C	33	0.791 g/ml
<u>Asam format</u>	H-C(=O)OH	100 °C	58	1.21 g/ml
<u>Air</u>	H-O-H	100 °C	80	1.000 g/ml

4. PEMBAGIAN PELARUT ORGANIK

- **Gol Alifatik** : Heksan, karosen, dan gasolin (petrol, benzin) banyak digunakan dalam ekstraksi minyak, penghilang gemuk pada logam, produksi ban dan cat, zat pembawa aerosol dan desinfektan.
 - **Gol Aromatik** : Benzen, toluen dan xylen, digunakan sebagai penghilang gemuk, sebagai thinner, sebagai pelarut dalam industri cat, tinta cetak, insektisida dan bahan kimia pertanian
 - **Gol Alkohol** : Metil alkohol, Etil alkohol, n-buti alkohol
- Merupakan salah satu jenis pelarut organik yang digunakan secara luas. Ia merupakan pelarut serbaguna yang digunakan dalam berbagai produk, mulai dari parfum, antiseptik, sirup obatbatuk hingga bahan pelapis dan perekat.

a. Methanol

Pelarut organik dengan rumus CH₃-OH ini merupakan jenis alkohol yang sangat beracun yang digunakan sebagai pembersih kaca, pelarut shellac, pelarut zat warna, pelarut tinta, pelarut pernis, bahan tambahan untuk bahan bakar dan bahan pengekstrak minyak, parfum, beberapa jenis bahan penyalut (coating), pembersih, obat gosok, larutan antiseptik, sabun cair dan obat.

- b. Ethanol
Cairan dengan bau khas diperoleh dengan fermentasi anaerobik hidrokarbon yang berasal dari tumbuhan. Mudah tersulut oleh kontak dengan api. Ethanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) digunakan dalam parfum, krim pencukur rambut, dan pembersih.
- c. n-propanol
digunakan secara luas dalam industri tinta cetak sebagai pelarut tinta untuk mengontrol waktu penguapan pelarut dan pengeringan tinta.
- d. Butanol
Cairan agak kental tidak memiliki warna, tetapi memiliki bau fusel yang khas. Persiapannya didasarkan pada proses okso-sintesis dari asetaldehida. Ini adalah komponen penting dalam produksi pelapis, plasticizer dan resin. Digunakan sebagai pelarut dalam cat, juga dalam industri pernis, cat warna, rayon, deterjen, dan juga merupakan zat pendehidrasi
- e. Propil alcohol
1-propanol digunakan terutama dalam cairan rem, sebagai pelarut dan sebagai antiseptik.

- **Gol. Glikol** : etilin glikol
- **Gol. Fenol** : Fenol
- **Gol. Keton** :

- a. Aseton
Cairan volatil yang tidak berwarna dengan bau tajam mudah tersulut. Itu diperoleh selama sintesis fenol. Ini menguntungkan untuk pencampuran yang baik dengan air, dan pelarut sejenis lainnya. Ini secara luas digunakan untuk pembubaran nitro-enamel dan nitro-asam, serta beberapa garam: kalium iodida, kalsium klorida. Dapat memecah lemak pada permukaan karet, menghilangkan kontaminan berminyak dan lilin.
- b. metil etil keton
Pelarut ini tidak memiliki warna, memiliki bau yang tajam. Ini adalah hasil dari kondensasi aseton dengan dehidrasi lebih lanjut dan hidrogenasi mesityl oksida.
Ini aktif digunakan sebagai komponen penting dalam produksi cat berdasarkan resin epoxy. Ini sempurna melarutkan damar rosin, karet, vinil klorida, banyak resin alami dan sintetis.
- c. Cyclohexanone
Cairan tidak berwarna agak kental memiliki bau yang sangat tajam dengan warna mint. Zat yang sangat mudah terbakar memiliki sifat yang mirip dengan aseton. Ini disiapkan dengan mengoksidasi sikloheksana dengan adanya naftenat.
Tidak dapat tergantikan untuk pembubaran nitrat, resin alami, minyak, selulosa asetat, polivinil klorida. Bersama dengan etil asetat, ini cocok

untuk menipiskan sebagian besar jenis cat. Ini merupakan bagian integral dari penghilang noda.

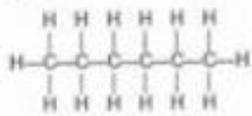
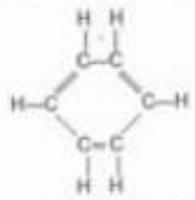
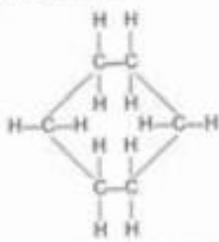
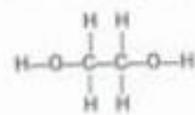
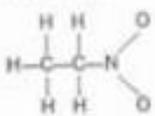
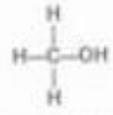


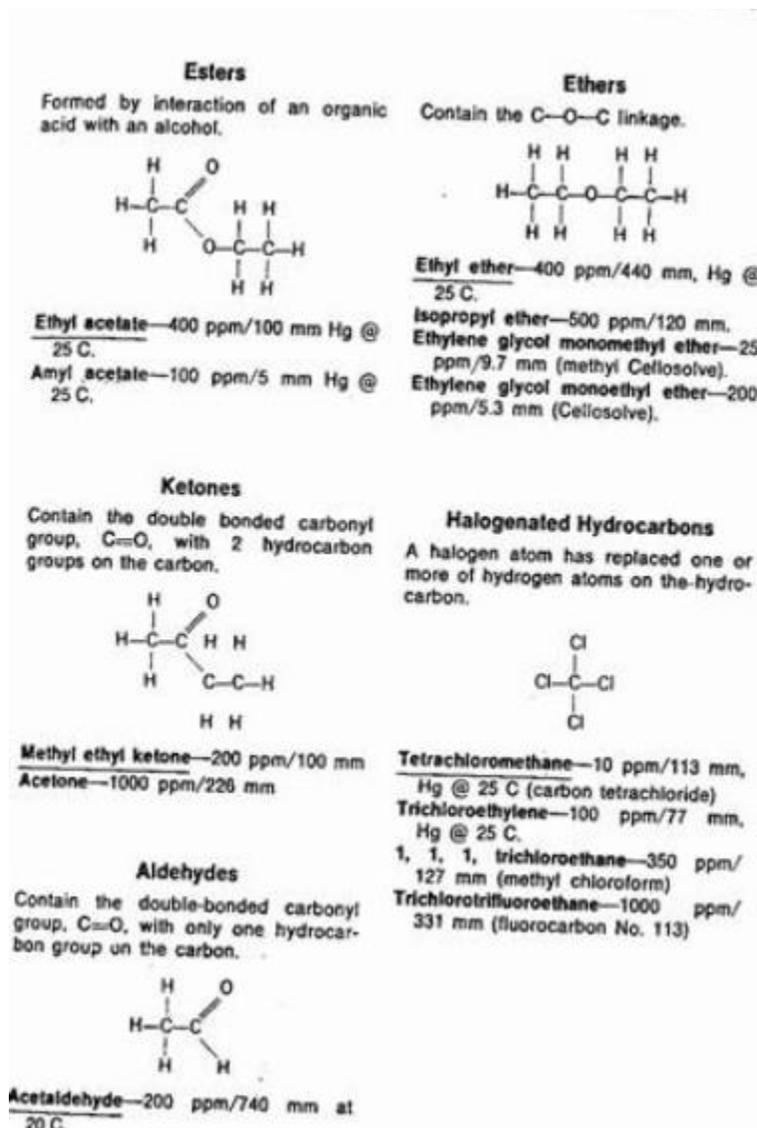
- **Gol Ester dan ester :**
 - a. Etil asetat

Ester, yang tidak memiliki warna, memiliki bau yang menyenangkan (pada konsentrasi rendah). Persiapan dilakukan sebagai hasil dari pengolahan asam asetat sintetis. Cairan yang mudah terbakar dicirikan oleh kemampuan larut yang tinggi dan volatilitas. Hal ini digunakan untuk membersihkan dan menghilangkan permukaan, serta melarutkan film, eter selulosa, pigmen, cat minyak, pernis poliester, enamel, minyak pelumas.
 - b. metil asetat

Etil ester asam asetat tak berwarna digunakan untuk melarutkan ester selulosa, sebagian besar jenis resin, lemak, cat dan produk pernis. Dapat bertindak bersama dengan pelarut lainnya. Dengan kemampuan melarutkannya itu mirip dengan aseton dan dapat digunakan sebagai pengganti. Namun, methyl acetate sangat beracun, meskipun baunya menyenangkan.
- **Gol. Glikol eter:** 2-metoksi etanol, 2-butoksietanol
- **Gol. Asam :** asam formic, asam Asetat, asam propionic
- **Gol Chlorinated hydrocarbon:** trikloro etilen, carbon tetrakorida, Chloroform

Berikut adalah klasifikasi dan susunan kimia dari bahan pelarut organik :

TABLE 2-A MAJOR CLASSES OF COMMON ORGANIC SOLVENTS	
<p>Aliphatic Hydrocarbons (Paraffins) Straight or branched chains saturated with hydrogen.</p>  <p>Hexane—500 ppm/150 mm. Hg @ 25 C Benzline—500 ppm/58–275 F Mineral spirits—500 ppm/200–300 F</p>	<p>Aromatic Hydrocarbons Contain a 6-carbon ring structure with one hydrogen per carbon bound by energy from several resonant forms.</p>  <p>Benzene—25 ppm/95 mm Hg @ 25 C Toluene—200 ppm/30 mm Hg @ 25 C Xylene—100 ppm/10 mm Hg @ 25 C</p>
<p>Cyclic Hydrocarbons (Cycloparaffins, naphthenes) Ring structure saturated and unsaturated with hydrogen.</p>  <p>Cyclohexane—400 ppm/104 mm Hg @ 25 C Turpentine—100 ppm/155–169 F (Turpentines are mixtures primarily of the unsaturated cyclic hydrocarbons and pinene)</p>	<p>Glycols Contain double —OH groups.</p>  <p>Ethylene glycol (1,2-ethanediol)—No TLV/0.06 at 20 C mm.</p>
<p>Nitro-Hydrocarbons Contains an NO₂ group.</p>  <p>Nitroethane—100 ppm/25 mm Hg @ 25 C.</p>	<p>Alcohols Contain a single —OH group.</p>  <p>Methanol—200 ppm/125 mm Hg @ 25 C (methyl alcohol, wood alcohol). Ethanol—1000 ppm/50 mm (ethyl alcohol, grain alcohol). Propanol—400 ppm/20.8 mm.</p>



5. SUMBER PELARUT ORGANIK DALAM LINGKUNGAN KERJA

- Rumah sakit: larutan pembersih
- Pertanian: pestisida
- Pabrik: thinner, pereaksi kimia
- Pengolahan minyak : Benzen, Benzene, toluen, dan silen
- Laboratorium: larutan pengering, pelarut, pengekstraksi
- Industri cat : Karbon Disulfida
- Industri lem : methanol
- Industri obat-obatan : Aseton, eter, dan alcohol

6. DAMPAK PELARUT ORGANIK

- **HC Aliphatic** (Hexane, Benzene, Mineral spirits)

Dampak yang ditimbulkan : Depresi susunan saraf pusat, dermatitis,

- **HC Cyclic** (Cyclohexane, Turpentine)

Dampak yang ditimbulkan : Efek hampir sama dengan aliphatic, hanya tidak terlalu inert. Efek utama adalah dermatitis. Berbagai HC cyclic yang terinhalasi dapat dimetabolisme oleh tubuh menjadi zat yang kurang toksik.

- **HC Aromatic** (Benzene, Toluene, Xylene)

Dampak yang ditimbulkan :

- a) Benzene sangat toksik terhadap jaringan pembuat sel darah, Toluena dan xylene yang tercampur metil-etil-ket on dapat menyebabkan mual dan pusing.
- b) Pada hewan percobaan, kerusakan dapat terjadi pada eksposur pertama,
- c) Benzene dapat diabsorpsi lewat kulit dan inhalasi. Oleh karena itu, seringkali dilarang dipakai bila pencucian menyebabkan terjadinya kontak kulit dan inhalasi.
- d) HC Aromatic cair menyebabkan iritasi local dan vasodilatasi (pelebaran saluran darah). Bila terinhalasi dalam jumlah banyak akan terjadi kelainan paru-paru yang parah.
- e) Efek lain: dermatitis & SSP

- **HC Halogenated** (Tetrachloromethane (CCl₄), 1,1,1, trichloroethane)

Dampak yang ditimbulkan :

- a) Efek bergantung pada Halogen yang terikatnya. Yang paling toksik: CCl₄ dengan efek terhadap ginjal, hati, SSP, dan pencernaan. TLV: 10 ppm, Eksposur kronis CCl₄ menyebabkan kerusakan hati dan ginjal.
- b) Trifluorotrikloro-etan di lain pihak, toksisitasnya rendah (TLV: 1000 ppm). Karena sifatnya yang tidak mudah terbakar dan toksisitas rendah, maka digunakan secara umum sebagai substitute material yang lebih berbahaya.
- c) HC terklorinasi umumnya lebih toksik daripada HC terfluorinasi. Taraf toksisitas HC terklorinasi: menengah. Trikloro-etilen-> SSP, dermatitis, kerusakan hati, perubahan kepribadian pernah dideteksi.

7. EFEK PADA KESEHATAN DAN PERKEMBANGAN MANUSIA

- **Efek Umum**

- a) Depresi SSP, Kebanyakan solven adalah depresan Susunan Syaraf Pusat. Mereka terakumulasi di dalam material lemak pada dinding syaraf dan menghambat transmisi impuls. Pada permulaan seseorang terpapar, maka fikiran dan tubuhnya akan melemah. Pada konsentrasi yang sudah cukup tinggi, akan menyebabkan orang tidak sadarkan diri. Manifestasi klinis dimulai dengan disorientasi, perasaan pusing, dan euphoria. Efek yang disebut belakangan menyebabkan penyalahgunaan beberapa zat kimia ini. Sindroma

dapat berkembang menjadi paralisis, ketidaksadaran, dan kejang-kejang. Senyawa-senyawa yang kurang polar dan senyawa-senyawa yang mengandung klorin, alkohol, dan ikatan rangkap memiliki sifat depresan yang lebih besar.

- b) Iritasi, Solven adalah iritan. Di dalam paru-paru, iritasi menyebabkan cairan terkumpul. Iritasi kulit digambarkan sebagai hasil primer dari larutnya lemak kulit dari kulit. Sel-sel keratin dari epidermis terlepas. Diikuti hilangnya air dari lapisan lebih bawah. Kerusakan dinding sel juga merupakan suatu faktor. Memerahnya kulit dan timbul tanda-tanda lain seperti inflammasi. Kulit pada akhirnya sangat mudah terinfeksi oleh bakteri, menghasilkan ruam dan bisul pamanah. Pemaparan kronik menyebabkan retak-retak dan mengelupasnya kulit dan juga dapat menyebabkan terbentuknya calluses dan kanker. Karena pelarut mudah menguap, penghirupan uapnya dapat juga menyebabkan iritasi pada saluran nafas, dan dapat juga menyebabkan iritasi mata. Solven-solven bervariasi tingkatannya untuk dapat menyebabkan iritasi. Semakin nonpolar suatu solven maka semakin efektif ia melarutkan lemak kulit.
- c) Interaksi, sebagian besar pelarut dapat menjalani biotransformasi dan dapat meningkatkan aktivitas isozim sitokrom P-450. Karena pelarut sering berada dalam campuran, interaksi antara zat – zat kimia itu mungkin terjadi. Contohnya pelarut benzene dapat meningkatkan efek toksik zat lain dengan meningkatkan bioaktivitasnya. Di lain pihak, toksisitas dapat juga berkurang pada campuran tertentu.

- Efek Khusus

- a) Hati, etanol merupakan penyebab perlemakan hati dan sirosis hati. Efek ini tampaknya timbul akibat toksisitas langsung ditambah keadaan kurang gizi yang biasanya terdapat diantara pecandu alkohol. Berbagai hidrokarbon berklorin dapat menyebabkan berbagai jenis kerusakan hati, antara lain perlemakan hati, disamping nekrosis hati, sirosis hati, dan kanker hati.
- b) Ginjal, hidrokarbon berklorin tertentu, misalnya klorform dan karbon tetraklorida, bersifat nefrotoksik selain hepatotoksik. Pada tingkat pajanan yang lebih rendah, efek ginjal berkaitan dengan fungsi tubulus, misalnya glikosuria, aminoasiduria, dan poliuria. Pada tingkat lebih tinggi, mungkin ada kematian sel serta peningkatan BUN dan anuria. Pada manusia, CCl₄ terutama mempengaruhi ginjal bila jalur pajanan adalah lewat penghirupan, sementara hati merupakan organ organ sasaran utama bila zat kimia itu dimakan. Etilen glikol juga bersifat nefrotoksik karena sitotoksitas langsungnya di samping karena penyumbatan tubulus proksimal oleh Kristal dari metabolitnya, kalsium oksalat.

- c) Susunan Saraf, terlepas dari pengaruhnya terhadap SSP, hidrokarbon alifatik dan keton tertentu misalnya, n-heksan dan metal n-butyl keton juga mempengaruhi susunan saraf perifer. Manifestasi klinis dari polineuropati ini dimulai dengan kelemahan motorik pada tangan dan kaki. Efek ini kemudian melibatkan kedua lengan dan kaki. Secara patologi ini ditandai oleh aksonopati distal. Metabolit reaktif dari dua pelarut ini adalah 2,5-heksadion.
- d) Sistem Hematopoietik, benzene merupakan contoh terkemuka pelarut yang mempengaruhi sistem ini. Zat ini menekan sumsum tulang pada hewan dan manusia dan menurunkan jumlah eritrosit, leukosit, serta trombosit yang beredar. Pada manusia yang terpajan benzene telah dilaporkan terjadinya leukemia belum pernah diamati pada hewan coba di laboratorium. Tetapi, benzene dapat menyebabkan tumor padat pada hewan yang diberi zat ini
- e) Karsinogenesis, beberapa hidrokarbon berklorin diketahui dapat menimbulkan tumor hati, dan benzene bersifat karsinogenik pada hewan dan menimbulkan leukemia pada manusia. Selain itu, dioksan juga merupakan karsinogen hati dan dapat menimbulkan kanker nasofaring.

- Efek Lain

- a) Degenerasi testis dan cacat kardiovaskular (CV) pernah terlihat pada hewan yang terpajan monoetil eter etilen glikol.
- b) Methanol dapat merusak retina lewat metabolitnya dan terutama mempengaruhi bagian yang bertanggung jawab terhadap penglihatan sentral.
- c) Metilen klorida menyebabkan depresi SSP dan iritasi pada mata dan kulit seperti halnya banyak pelarut lain. Tetapi zat ini menginduksi karboksi hemoglobinemia karena CO dibentuk dalam biotransformasinya.
- d) Kloroform dapat menginduksi aritmia jantung, mungkin akibat sensitisasi otot jantung terhadap epinefrin. Inilah salah satu dari alasan mengapa kloroform kini tidak lagi dipakai sebagai anestesi umum.

Penggunaan Pelarut organik di bidang industri bermacam-macam, contohnya benzena, toluena, xylene (BTX) di gunakan sebagai lem, pelarut, cat, dan lain- lain. Penggunaan toluena sebagai sebagai pelarut cat, thinner, tinta, lem, bahan tambahan produk kosmetik, industri pestisida, crude petroleum, disinfektan, industri plastik, dan serat sintetik.

Rute masuk ke dalam tubuh dapat melalui tiga mekanisme, yaitu inhalasi (terhirup), ingesti (tertelan), dan kontak langsung melalui kulit. Pelarut organik seperti benzena, toluena, xylene (BTX) mudah menguap, seringkali uap BTX terhirup oleh pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri. Pelarut

organik ini berbahaya bagi kesehatan pekerja karena dapat menyebabkan (tergantung jenisnya):

- Iritasi hidung, tenggorokan, dan saluran napas
- Iritasi dan inflamasi pada paru
- Gangguan susunan saraf pusat
- Gangguan susunan saraf tepi
- Gangguan neurologis: gangguan pendengaran contohnya toluene
- Gangguan sistem reproduksi
- Beberapa bersifat karsinogenik contohnya benzene
- Gangguan organ seperti ginjal, hati, dll
- Iritasi mata
- Iritasi kulit

Gangguan kesehatan akut pada pekerja yang terpajan benzena secara berlebihan (*overexposed workers*) berupa sakit kepala, vertigo, mual, muntah. Paparan kronis benzena dapat menyebabkan gangguan darah seperti anemia dan menurunnya jumlah sel darah putih. Kontak dalam waktu yang lama dengan kulit menyebabkan kerusakan kulit mirip akibat terbakar. Studi epidemiologi terhadap para pekerja yang terpajan benzena dalam periode waktu yang lama menunjukkan bertambahnya pekerja yang menderita kanker, seperti kanker darah (leukemia).

8. Aturan untuk bekerja dengan pelarut organik

Sebagian besar pelarut organik mempengaruhi kesehatan manusia. Tingkat keparahan dampak ditentukan oleh penampilan mereka. Untuk menghindari keracunan atau setidaknya mengurangi efek beracun, perlu untuk memperhatikan peraturan keselamatan saat bekerja dengan mereka.

- Penggunaan alat pelindung diri, yaitu, jangan mengabaikan kacamata, sarung tangan, masker pernafasan.



- Setelah kontak dengan kulit, segera bersihkan bahan dengan lap kering yang bersih dan bilas dengan air mengalir.
- Ruangan yang dialokasikan untuk bekerja harus dilengkapi dengan sistem ventilasi. Dalam kasus ekstrim, buka jendela, pintu masuk.
- Penting untuk memonitor suhu di kotak kerja, beberapa pelarut bersifat eksplosif. Dalam hal ini, penggunaannya di dekat objek panas (pijar) dilarang.
- Wadah dengan pelarut organik diangkut dan disimpan dalam ruang dingin secara ketat dalam posisi tegak (leher ke atas).

9. CARA PENGUKURAN

Pengukuran pelarut organik tergantung dari masing-masing golongan. Sebagai contoh adalah pengukuran benzena, toluena, xylene (BTX) pada udara tempat kerja yang dapat menggunakan alat *personal sampler pump*. Pengukuran dilakukan berdasarkan metode sampling yang ditetapkan dalam *Manual of Analytical Methods* dar NIOSH.

Untuk menentukan potensi bahaya dari suatu zat (Rasio keseimbangan uap pada temperature 25 derajat celcius terhadap TLV- Treshold Limit Value) digunakan vapor hazard ratio seperti pada gambar dibawah ini:

Organic liquids arranged in order of vapor hazard

Substance	Vapor hazard ^(a)	TLV
Carbon tetrachloride	14,170	10
Benzene	5,000	25
Gasoline	176	500
Phenol	132	5
Turpentine	66	100

Substance	Vapor hazard ^(a)	TLV
Gasoline	176	500
Carbon tetrachloride	14,170	10
Turpentine	66	100
Phenol	132	5
Benzene	5,000	25

(a) Ratio (ppm/ppm) of equilibrium vapor concentration at 25°C to the TLV

10. UPAYA-UPAYA PENCEGAHAN PENYAKIT AKIBAT KERJA BAGI PARA PEKERJA

a) Substitusi

Yaitu mengganti bahan-bahan yang berbahaya dengan bahan-bahan yang kurang berbahaya atau tidak berbahaya sama sekali, misalnya karbon tetraklorida diganti dengan triklor-etilen.

b) Ventilasi Umum

Yaitu mengalirkan udara sebanyak-banyaknya menurut perhitungan kedalam ruangan kerja, agar bahan-bahan yang berbahaya ini lebih rendah dari kadar yang membahayakan, yaitu kadar pada nilai ambang batas.

c) Ventilasi Keluar Setempat (Local exhauster)

Adalah alat yang dapat mengisap udara dari suatu tempat kerja tertentu, agar bahan-bahan yang berbahaya dari tempat tersebut dapat dialirka keluar.

d) Isolasi

Pakaian dengan cara mengisolasi proses perusahaan yang membahayakan, misalnya isolasi mesin yang hiruk pikuk, sehingga kegaduhan yang disebabkan nya menurun dan tidak menjadi gangguan pada pekerjaan.

e) Pakaian/ Alat Pelindung

Alat pelindung dalam pekerjaan berupa: kacamata, masker, helm, sarung tangan, sepatu atau pakaian khusus yang didisain untuk pekerjaan tertentu.

f) Pemeriksaan Sebelum Bekerja

Yaitu pemeriksaan kesehatan pada calon pekerja untuk mengetahui apakah calon pekerja tersebut sesuai dengan pekerjaan yang diberikan baik fisik maupun mentalnya.

g) Pemeriksaan Kesehatan Secara Berkala

Adalah pemeriksaan kesehatan yang dilakukan secara berkala terhadap pekerja untuk mengetahui apakah calon pekerja tersebut sesuai dengan pekerjaan yang akan

h) Pemeriksaan kesehatan secara berkala

Adalah pemeriksaan kesehatan yang dilakukan secara berkala terhadap pekerja, apakah ada gangguan kesehatan yang timbul akibat pekerjaan yang dilakukan. dapat dilakukan setiap 6 bulan sekali atau 1 thn sekali, atau disesuaikan dengan kebutuhan.

i) Penerangan sebelum bekerja

Penerangan sebelum bekerja bertujuan agar pekerja mengetahui dan mematuhi peraturan-peraturan, sehingga dalam bekerja lebih hati-hati dan tidak terkena penyakit-penyakit akibat pekerjaan.

j) Pendidikan kesehatan

Pendidikan kesehatan kepada pekerja sangat penting untuk keselamatan dalam bekerja, sehingga pekerja tetap waspada dalam melaksanakan pekerjaannya