

PERTEMUAN 12

TOKSIKOLOGI LOGAM BERAT

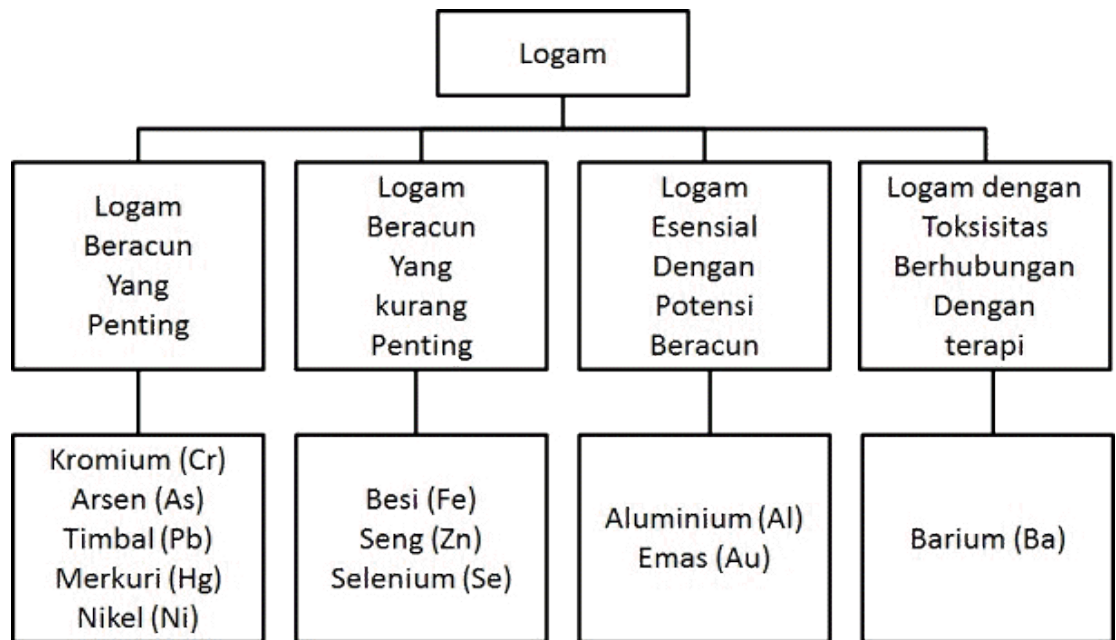
A. Pengertian Logam berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm³ sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5g adalah logam ringan diantaranya Ca, Mg, Na, K dsb..Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Termasuk logam berat yang sering mencemari habitat ialah Hg, Cr, Cd, As, dan Pb (Am.geol. Inst., 1976). , antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup (Subowo dkk, 1999).

Logam berat merupakan komponen alami tanah. Elemen ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, atau udara. Logam berat seperti tembaga, selenium, atau seng dibutuhkan tubuh manusia untuk membantu kinerja metabolisme tubuh. Akan tetapi, dapat berpotensi menjadi racun jika konsentrasi dalam tubuh berlebih. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan sistem bioakumulasi, yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia didalam tubuh mahluk hidup (Anonimous, 2008).

Menurut Darmono (1995), faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (non degradable) dan mudah diabsorpsi. Organisme pertama yang terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme dan tanaman yang tumbuh ditanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi antar organisme baik interaksi positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada hierarki rantai makanan tertinggi yaitu manusia. Logam-logam berat diketahui dapat mengumpul didalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997).

Terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun contohnya Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun dimana keberadaannya dalam tubuh manusia belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain sebagainya.



Gambar 1. Pengelompokan Logam Berat

Berikut adalah sifat fisik dan kimia logam berat yang ada di lingkungan :

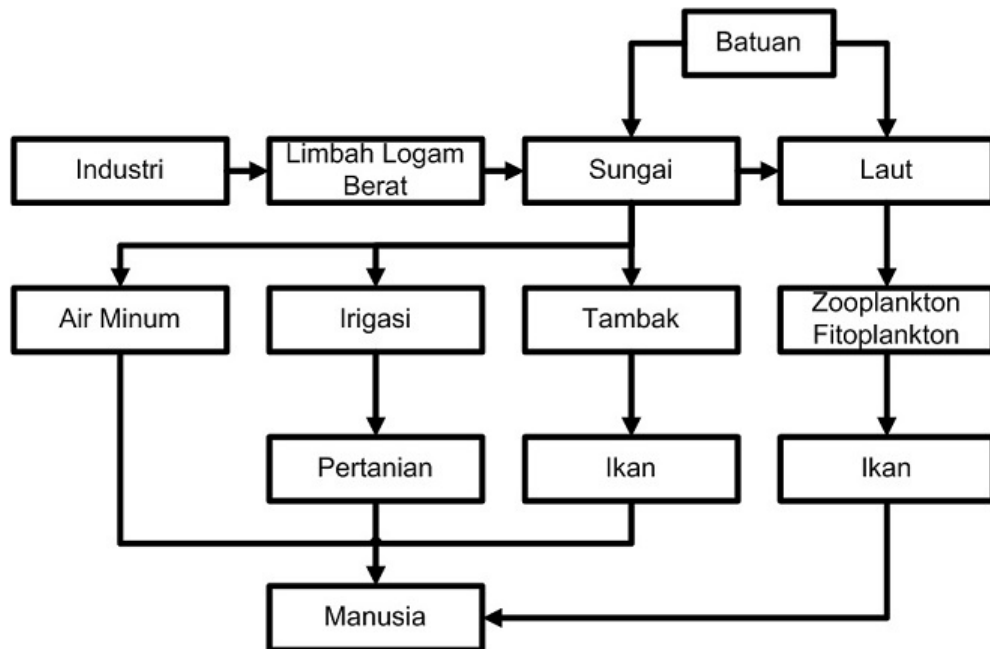
a. Sifat Fisika Logam

- Terjadi secara alami, tahan pada degradasi alamiah.
- Bersifat toksik, berstruktur lentur, reflektif, menghantarkan listrik dan panas.
- Suatu organisme memiliki mekanisme untuk mengatasi bahaya logam (detoksikasi).
- Sifat logam berpengaruh terhadap toksisitas dan mempengaruhi farmakokinetiknya.
- Logam banyak terdapat pada lingkungan persisten, sulit untuk didegradasi sehingga mudah terjadi paparan yang lebih beracun.

b. Sifat Kimia Logam

- Logam berat mudah terionisasi namun setiap logam berbeda ionisasinya dalam larutan.
- Perbedaan terionisasi ini yang mempengaruhi daripada toksisitas dari pada tiap logam.
- Perbedaannya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan sifat daripada logam.
- Apabila tersebar di lingkungan dan ditemukan banyak di organisme maka Ph yang terkandung rendah.

Berikut adalah Proses perjalanan logam berat dari sumber pencemar hingga sampai ke tubuh manusia.



Gambar 3. Skema perjalanan logam berat dari sumber pencemar sampai ke tubuh manusia

B. Sumber Bahan Kimia Logam Berat

Sumber logam berat dibagi kedalam 2 kelompok yaitu sumber dari alam dan sumber dari industri:

1. Sumber dari Alam

Kadar Pb yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus Pb yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat didalam batu pasir (sand stone) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Pb yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5 - 25 mg/kg dan di air bawah tanah (ground water) berkisar antara 1- 60 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di air permukaan. Kadar Pb pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1 -10 µg/liter. Dalam air laut kadar Pb lebih rendah dari dalam air tawar. Laut Bermuda yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung Pb sekitar 0,07 µg/liter. Kandungan Pb dalam air danau dan sungai di USA berkisar antara 1-10 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001 - 0,001 µg/m³. Tumbuh-tumbuhan termasuk sayur-mayur dan padi-padian dapat mengandung Pb, penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar antara 0,1 -1,0 µg/kg berat kering. Logam berat Pb yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (golena), PbCO₃ (cerusite) dan PbSO₄ (anglesite) dan ternyata golena merupakan sumber utama Pb yang berasal dari tambang. Logam berat Pb yang berasal dari tambang tersebut bercampur dengan Zn (seng) dengan kontribusi 70%, kandungan Pb murni sekitar 20% dan sisanya 10% terdiri dari campuran seng dan tembaga. Secara alami Hg dapat berasal dari gas gunung berapi dan penguapan dari

air laut. Dilaporkan kandungan kadmium (Cd) dalam air laut di dunia di bawah 20 ng/l. Variasi lain kandungan kadmium dari air hujan, freshwater dan air permukaan di perkotaan dan daerah industri, kadmium pada level 10–4000 ng/l tergantung pada spesifikasi lokasi atau saat pengukuran larutan kadmium (WHO 1992). Kadmium masuk ke dalam freshwater dari sumber yang berasal dari industri. Air sungai dan irigasi untuk pertanian yang mengandung kadmium akan terjadi penumpukan pada sedimen dan Lumpur. Sungai dapat mentransport kadmium pada jarak sampai dengan 50 km dari sumbernya. Kadmium dalam tanah bersumber dari alam dan sumber antropogenik. Yang berasal dari alam berasal dari batuan atau material lain seperti glacial dan alluvium. Kadmium dari tanah yang berasal dari antropogenik dari endapan penggunaan pupuk dan limbah. Sebagian besar kadmium dalam tanah berpengaruh pada pH, larutan material organik, logam yang mengandung oksida, tanah liat dan zat organik maupun anorganik. Rata-rata kadar kadmium alamiah di kerak bumi sebesar 0,1–0,5 ppm.

2. Sumber dari Industri

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Pb adalah semua industri yang memakai Pb sebagai bahan baku maupun bahan penolong, misalnya:

- a) Industri pengecoran maupun pemurnian.
Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (primary lead), maupun secondary lead yang berasal dari potongan logam (scrap).
- b) Industri battery.
Industri ini banyak menggunakan logam Pb terutama lead antimony alloy dan lead oxides sebagai bahan dasarnya.
- c) Industri bahan bakar.
Pb berupa tetra ethyl lead dan tetra methyl lead banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran Pb.
- d) Industri kabel.
Industri kabel memerlukan Pb untuk melapisi kabel. Saat ini pemakaian Pb di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan campuran logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan untuk kehidupan makhluk hidup.
- e) Industri kimia, yang menggunakan bahan pewarna. Pada industri ini seringkali dipakai Pb karena toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain. Sebagai pewarna merah pada cat biasanya dipakai red lead, sedangkan untuk warna kuning dipakai lead chromate.

Industri pengecoran logam dan semua industri yang menggunakan Hg sebagai bahan baku maupun bahan penolong, limbahnya merupakan sumber pencemaran Hg. Sebagai contoh antara lain adalah industri klor alkali, peralatan listrik, cat, termometer, tensimeter, industri pertanian, dan pabrik

detonator. Kegiatan lain yang merupakan sumber pencemaran Hg adalah praktek dokter gigi yang menggunakan amalgam sebagai bahan penambal gigi . Selain itu bahan bakar fosil juga merupakan sumber Hg pula.

C. Toksisitas Logam Berat di Tempat Kerja

1. Logam aluminium (Al)

Logam ringan berwarna putih keperakan, bergumpal atau berbutir dengan berbagai ukuran, tidak larut dalam air dan pelarut organik, sukar larut dalam asam mineral dan asam anorganik. Masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi dari aerosol dan debu. Penggunaan paling banyak untuk kaleng minuman, peralatan masak, pesawat terbang, pembungkus makanan, perabotan rumah tangga dan lain-lain.

Pekerjaan yang berisiko terpajan Aluminium Pekerja pada produksi makanan/minuman kaleng, Pekerja pada produksi peralatan/perabotan rumah tangga berbahan dasar aluminium (panci, wajan), Pekerja keramik, Pekerja pada produksi barang elektronik, Pekerja pembuatan kembang api, Pekerja pembuatan Aluminium foil (pembungkus makanan), dan Pekerja pada perakitan pesawat terbang.



Gambar 1. Aluminium

Adapun efek yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan antara lain :

- a. Terpajan dalam jumlah besar debu/uap aluminium akan menyebabkan gangguan saluran pernafasan berupa batuk dan sesak. Pada pajanan lama dapat menimbulkan fibrosis paru.
- b. Pada kadar tinggi menyebabkan kerusakan ringan pada kulit dan selaput mukosa (iritasi), menyebabkan rasa tidak enak pada mata (iritasi secara mekanik) dan telinga.
- c. Menyebabkan gangguan fungsi motoric
- d. Pemaparan jangka panjang dapat menyebabkan Osteomalacia
- e. Mempercepat timbulnya penyakit Alzheimer
- f. Kanker: paru dan kandung kemih (masa laten >20 Tahun)

2. Logam Arsen (As)

Arsen (As) adalah suatu metaloid berkilau seperti perak, tidak berbau, tidak memiliki rasa, jika dipanaskan akan menyublim tanpa meleleh. As merupakan senyawa alami sebagai bagian dari tanah, air dan batuan, terdapat dalam bijih besi dan batubara, tersebar luas di alam dalam jumlah sedikit.



Gambar 2. Arsen (As)

Arsen masuk ke dalam tubuh melalui perantara oral dari makanan atau minuman yang terkontaminasi As, dan lewat pernafasan yang berasal dari debu atau asap, kontak dengan kulit, kontak dengan mata. Kebanyakan kasus keracunan akut dan kronik disebabkan oleh Arsen trioksida. Arsen juga potensial bersifat karsinogenik dan kokarsinogenik.

Arsen mudah diperoleh dalam berbagai bentuk, seperti pestisida, racun tikus, racun semut, herbisida, dan obat-obatan homeopati.

Pekerjaan yang berisiko terpajan Arsen antara lain Pekerja peleburan timah hitam, tembaga, emas, dan logam non besi lainnya Pekerja yang terpajan dengan debu dari pembakaran batubara, Pekerja industri pembuat pestisida, insektisida, herbisida, rodentisida, pupuk Petani, peternak, tukang kebun, Pekerja pest kontrol Industri mikro elektronik Industri gelas Industri pengawetan kayu, dll

Pajanan Arsen anorganik melalui alat pernafasan dalam dosis tinggi menyebabkan iritasi tenggorokan dan paru. Gambaran klasik keracunan gas Arsen adanya masa laten 24 jam dilanjutkan adanya nyeri abdomen, hemolisis dan gagal ginjal.

Gejala klasik berupa sakit kepala, pusing, malaise dan lemah mungkin merupakan gejala yang muncul pertama kali. Gejala gastrointestinal berupa mual, muntah, nyeri abdomen. Pajanan berlanjut menyebabkan kebingungan, disorientasi dan gagal jantung.

3. Logam Berilium (Be)

Berilium (Be) adalah logam yang ditemukan secara alamiah di tambang. Merupakan logam ringan berwarna abu-abu baja yang memiliki sifat mekanik dan termal yang tahan panas, ringan, kukuh, tetapi mudah

pecah sehingga ideal digunakan dibanyak industri sebagai penguat dalam aloy.

Berilium dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi uap atau debu, melalui pencernaan >1% yang akan diserap sedangkan absorpsi melalui kulit dapat diabaikan.

Pekerjaan yang berisiko antara lain Pekerja penambang Berilium, Pekerja pada produksi peralatan pertahanan, Pekerja pada produksi alat telekomunikasi (alat-alat komputer), Pekerja pada produksi otomotif, Pekerja pada produksi alat kesehatan Pekerja pada produksi alat antiriksa efek terhadap kesehatan Inhalasi udara yang mengandung Berilium kadar tinggi menyebabkan reaksi inflamasi paru yang disebut sebagai Akut Berilium Disease (Beritiosis akut) (ICD 10, J68.0). Dalam jangka lama dapat menimbulkan penurunan berat badan dan kelelahan.

4. Logam Cadmium (Cd)

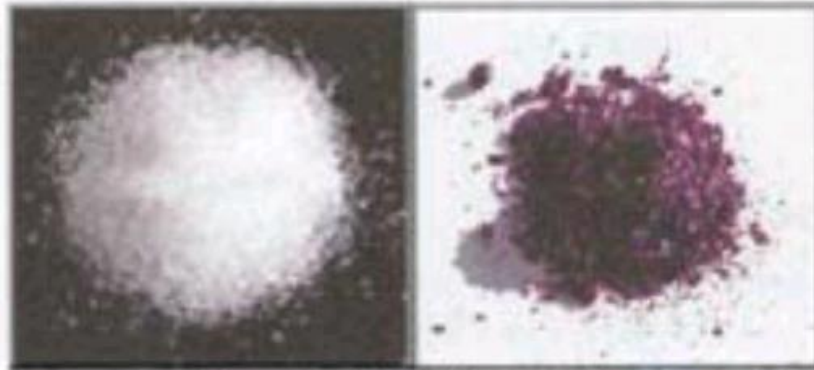
Cadmium (Cd) adalah logam lunak berwarna putih keperakan, mengkilap, mudah dibentuk, tidak larut dalam basa. Terdapat pada kerak bumi bersama biji seng (Zn), timbal (Pb) dan tembaga. Dalam industri digunakan untuk memberikan sifat tahan karat pada baja, besi dan material lain. Juga digunakan sebagai pewarna dan stabilizer plastik.

Pekerjaan yang berisiko terpajan Cadmium antara lain Pekerja industri baterai, Tukang las, Pekerja pertambangan Zn, Pb, Cu, Pekerja galvanisasi, Pekerja industri keramik, Pekerja penyepuhan Pembuat dan pemakai pewarna (pigmen) kadmium

Efek terhadap kesehatan Radang tenggorokan, nyeri kepala, mialgia, mual dan rasa logam Bronkitis (ICD.10, J68.0), emfisema (ICD.10, J68.4) Pneumonitis kimia pulmonan (ICD.10, J68.3) dengan gejala demam, batuk, sesak nafas. rasa penuh di dada, gagal nafas sampai kematian Gagal ginjal akut (Acute Renal Failure) dan gangguan fungsi hati

5. Logam Chrom /kromium (Cr)

Chrom (kromium) adalah suatu logam putih keras yang relatif tidak stabil dan mudah teroksidasi, dapat dipoles menjadi mengkilap. Perpaduan Kromium dengan besi dan nikel menghasilkan baja tahan karat.



Gambar 13. Chromium

Kromium banyak digunakan sebagai pelapis pada ornamen-ornamen bangunan, komponen kendaraan, seperti knalpot pada sepeda motor, maupun sebagai pelapis perhiasan seperti emas, emas yang dilapisi oleh kromium ini lebih dikenal dengan sebutan emas putih.

Pekerjaan yang berisiko terpajan Cr antara lain Pekerja pembuatan pewarna chromium, Pekerja penyamak kulit, Pekerja pelapis chromium (perhiasan, velg dan meubelair,dll) Pekerja Bengkel mobil dan motor, Tukang cat semprot dengan pewarna chromium, Pekerja yang menggunakan semen Teknisi fotografi, Pekerja laundry bagian cuci, Penggunaan tinta pada percetakan, dll

Efek terhadap kesehatan Akibat tertelan; bisa menyebabkan perdarahan saluran cerna, nekrosis hati, nekrosis tubuler ginjal sampai kematian. Bila terhirup menyebabkan reaksi alergi, kehilangan suara, dada sesak/sesak nafas, wheezing, batuk, sakit kepala/pusing, bersin, kongesti paru, kerusakan ginjal. Bila mengenai mata dapat terjadi konjungtivitis mata rasa terbakar, kerusakan kornea sampai terjadi kebutaan. Kontak dengan kulit menimbulkan dermatitis kontak iritan (ICD.10, L24.8), dermatitis kontak alergika (ICD.10, L23.0), mual, muntah, kerusakan ginjal, koma.

6. Logam Cobalt (Co)

Cobalt adalah logam yang warnanya sedikit berkilauan metalik keabu-abuan (keperakan), bersifat rapuh dan agak keras. Senyawa Cobalt yang penting secara biokimia adalah vitamin B12 atau cyanocobalamine. Senyawa ini juga terdapat pada pewarna dalam industri gelas, keramik dan cat. Cobalt sebagai pewarna biru.

Pekerjaan yang berisiko terpajan logam Cobalt (Co) antara lain Pekerja pada industri gelas, keramik dan cat Pekerja pada pemolesan berlian, Pekerja pada logam keras

Efe terhadap kesehatan antara lain keracunan kronik menimbulkan efek pada pernafasan seperti penurunan fungsi paru, wheezing, asma, pneumonia dan fibrosis menimbulkan kardiomiopati yang ditandai oleh berkurangnya sebagai fungsi ventrikel

7. Logam Tembaga/Cuprum (Cu)

Tembaga/Cuprum (Cu) adalah Logam berwarna jingga kemerahan yang tahan terhadap suhu tinggi. Penggunaannya pada material bangunan, kerajinan yang terbuat dari tembaga.



Gambar 16. Logam Cuprum

Pekerjaan yang berisiko terpajan logam Cuprum antara lain Pekerja pada pengrajin tembaga, Pekerja pada produksi material bangunan khususnya peleburan tembaga, Pekerja yang membongkar/demolisi bangunan.

Efek terhadap kesehatan antara lain Keracunan akut dapat menyebabkan inhalasi uap tembaga dalam dosis tinggi atau kontak dengan mata atau kulit. Gejalayang timbul dapat berupa: Iritasi mata, hidung dan tenggorok, juga menyebabkan metal fume fever Rasa logam atau manis di mulut Menyebabkan gastrointestinal distress dengan gejala mual, muntah, nyeri abdomen, Menyebabkan destruksi sel darah merah (hemolisis) yang diakhiri dengan anemia.

8. Logam Mangan (Mn)

Suatu logam rapuh berwarna kelabu keputihan, yang digunakan untuk memproduksi baja dan juga merupakan campuran dalam pembuatan aloy dengan aluminium, tembaga, magnesium dan besi karena kemampuannya untuk memperkeras dan memperkuat logam-logam tersebut.



Gambar 17. Logam Mangan

Pekerjaan yang berisiko terpajan Mangan antara lain Pekerja tambang Mangan, Pekerja pabrik baterai, Pekerja pabrik kimia Pekerja industri elektronik, Pekerja peleburan baja, Pekerja pada industri yang memakai bahan bakar yang mengandung MMT (methylcyclopentadienil manganese tricarbonyl) sebagai anti "Knocking Agent" Pekerja pengelasan (welder) Pekerja keramik dan persolen Pekerja yang menggunakan pestisida

Efek terhadap kesehatan antara lain Metal Fume Fever dengan gejala berupa demam menggigil, rasa logam, iritasi pada hidung dan tenggorokan, batuk, sesak, mual, muntah, nyeri abdomen, nyeri otot yang timbul 3-12 jam setelah melakukan pekerjaan pengelasan atau pekerjaan lain yang menggunakan logam yang dipanaskan. Gejala lebih hebat pada hari pertama minggu kerja, kemudian sembuh secara spontan dalam waktu 1-2 hari. Pneumonitis akut (ICD 10, J68.0).

9. Logam Merkuri (Hg)

Merkuri (Hg) merupakan cairan yang berwarna putih keperakan, mudah menguap pada suhu ruangan, tidak larut dalam air tetapi larut dalam asam nitrat dan mudah larut dalam lemak. Merkuri masuk ke dalam tubuh terutama melalui paru-paru, 80% diabsorpsi oleh tubuh dan larut dalam lemak. Selain itu logam air raksa juga dapat tertelan melalui saluran cerna. Beberapa merkuri organik dan anorganik dapat diabsorpsi melalui kulit.



Gambar 18. Merkuri

Pada bidang industri, digunakan pada pertambangan emas dan perak, produk kulit binatang, cat, pigmen, tato, pestisida, fungisida, insektisida, baterai, kembang api, peralatan scientific, peralatan listrik (hampir 50% penggunaan).

Efek Terhadap Kesehatan antara lain Keracunan akut terjadi akibat pajanan jangka pendek uap/debu merkuri konsentrasi tinggi.

- a. Keracunan akut Merkuri Elemental dapat menyebabkan penyakit Acute Interstitial Pneumonitis, Bronchitis dan Broncholititis.
- b. Umumnya penyakit ini disertai gejala rasa sesak, nyeri pada dada, sulit bernafas & batuk, rasa logam, muntah, nyeri abdomen, diare, sakit kepala, kadang-kadang albuminuria dan dapat menyebabkan kematian.
- c. Biasanya setelah 3-4 hari, kelenjar saliva bengkak, gingivitis dan timbul garis merkuri, juga gejala gastroenteritis dan nephritis.

10. Logam Nikel (Ni)

Logam magnetik yang keras berwarna putih keperakan dalam keadaan murni bersifat lembek. Bila dipadukan krom, besi dan logam lainnya dapat membentuk baja tahan karat yang keras.

Di gunakan terutama dalam memproduksi stainless steel, yang digunakan dalam peralatan masak. Galvanium nikel juga digunakan dalam proses penyepuhan untuk membuat permukaan benda mengkilap dan tahan karat, juga digunakan sebagai katalisator dan pigmen.



Gambar 21. Logam Nikel

Pekerjaan yang berisiko terpajan Nikel antara lain Pekerja yang memproduksi stainless steel, alloy nikel, Pekerja penyepuhan, pembuat baterai alkalin, baterai nikel cadmium, Pekerja yang memproduksi produk untuk pengelasan, antara lain elektrode nikel, Pekerja Industri elektronik, karena banyak komponen menggunakan nikel dalam industri ini, Pembuatan uang logam.

Efek terhadap kesehatan (ICD.10, T56.8) Dermatitis kontak alergika. Rhinitis, sinusitis dan anosmia. Batuk dan mengi pada asma akibat Nikel. Sakit kepala, rasa lelah, mual dan muntah. Pada kasus yang berat dapat terjadi Pneumonitis interstitial difuse dengan gejala demam menggigil batuk, nyeri dada dan sesak nafas. Delirium, kejang-kejang dan koma dapat terjadi sampai kematian. Merupakan karsinogen saluran pernafasan (kanker sinus dan kanker paru).

11. Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) atau timah hitam adalah logam berbentuk padat halus, warna biru kecoklatan dan resisten korosi. Timbal (Pb) dapat menguap dan bereaksi dengan oksigen di udara. Sumber polusi Pb berasal dari emisi otomotif, bahan dasar cat dan pembakaran batu bara.

Timbal masuk kedalam tubuh melalui pernafasan dan tertelan bersama makanan atau minuman yang terkontaminasi timbal. Timbal dalam tubuh tidak dibutuhkan, sebagian akan dikeluarkan lewat kemih (75- 80%) dan feses (sekitar 15%), sebagian akan terakumulasi di dalam hati, ginjal, jaringan lemak, kuku dan rambut.

Pekerjaan dengan risiko terpajan Timbal (Pb) antara lain Pekerja pada Industri Baterai, Pekerja pembuatan Kabel, Pekerja pembuat Keramik,

Pekerja industr Peleburan logam, Pekerja industry bahan bakar, Pekerja di jalan raya (penjaga pintu tol, polisi lalu lintas, dll) Tukang Cat, Penambang Timbal, dll

Efek terhadap kesehatan antara lain Efek timbal inorganic meliputi Kolik abdomen, konstipasi, hepatitis, pankreatitis, anemia haemolitik, ensefalopati (kejang- kejang, sakit kepala, oedema pupil, dll), akut renal failure, insomnia.

D. Upaya Pengendalian Toksik Logam Berat

1. Pencegahan Logam Alumunium (Al)

- a. Menggunakan alat pelindung diri seperti masker dengan cartridge yang sesuai
- b. Pemeriksaan kesehatan secara berkala
- c. - Perbaiki lingkungan kerja

2. Pencegahan Logam Arsen

- a. Hindari kontak dengan Arsen menggunakan masker, sarung tangan, kacamata atau baju pelindung.
- b. Bila diketahui air minum terkontaminasi Arsen perlu dilakukan tindakan seperti berikut: Air minum yang terkontaminasi Arsen berhenti dikonsumsi Apabila tidak terdapat alternatif lain untuk mendapatkan air minum, maka air ditampung dan dibiarkan selama 12- 24 jam. Kemudian 3/4 bagian atas air disedot perlahan-lahan ketempat lain dan disaring 4 - 5 kali kemudian pada tahap terakhir dilakukan filtrasi (pakai apa??)
- c. Mengonsumsi makanan bergizi, khususnya makanan yang kaya vitamin A, B dan C. Konsumsi buah dan sayuran segar 5x/hari mampu mengurangi 50 % risiko terkena kanker karena pajanan Arsen (Dhaka Community Hospital,2003)
- d. Pemeriksaan kesehatan sebelum bekerja/penempatan meliputi pemeriksaan fisik foto thorax, pemeriksaan saluran hidung dan kulit.
- e. Pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk memeriksa uji fungsi hati dan ginjal. Untuk pajanan lebih 10 tahun perlu dilakukan foto thorax
- f. Merekomendasikan untuk memperbaiki lingkungan kerja sehingga pajanan Arsen seminimal mungkin (dibawah Nilai Ambang Batas/NAB)
- g. Pada kasus keracunan akut perlu dilakukan investigasi terjadinya kecelakaan sehingga dapat dicegah terulangnya kecelakaan yang sama

3. Pencegahan logam Berilium (Be)

- a. Menggunakan alat pelindung diri yang sesuai, antara lain masker
- b. Pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan dan berkala
- c. Merekomendasikan pengendalian berilium di lingkungan kerja

4. Pencegahan logam Cadmium (Cd)

- a. Menghindari pajanan Cd dengan menggunakan masker
- b. Tidak merokok, makan, minum di tempat kerja
- c. Mengurangi rokok, mengurangi konsumsi makanan yang rentan terkontaminasi Cd, antara lain kerang/she//fish, serta mengurangi minuman yang rentan tercemar Cd, antara lain kopi atau teh

- d. Untuk mencegah toksisitas Cd, pertahankan kecukupan Zn dalam tubuh dengan mengonsumsi makanan yang mengandung Zn tinggi, antara lain biji-bijian (padi, jagung, gandum) yang tidak ditumbuk halus, makanan dari golongan leguminosae, dan kacang-kacangan. Konsumsi suplemen Zn 15-30 mg/hari bisa mengurangi toksisitas Cd. Konsumsi Zn, Ca, dan Se dosis tinggi mampu mengurangi absorpsi Cd. Demikian juga konsumsi besi (Fe), kuprum (Cu), selenium (Se), dan vitamin C mampu meningkatkan eliminasi Cd yang bisa diketahui dari kadar Cd dalam urin atau kadar Cd pada rambut .
- e. Pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan dan secara berkala.

5. Pencegahan Logam Chrom /kromium (Cr)

- a. Menggunakan alat pelindung diri seperti masker
- b. Pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan dan secara berkala
- c. Merekomendasikan pengendalian krom di lingkungan kerja

6. Pencegahan logam Cobalt (Co)

- a. Menggunakan alat pelindung diri seperti masker
- b. Pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan dan secara berkala
- c. Merekomendasikan pengendalian cobalt di lingkungan kerja

7. Pencegahan logam Tembaga Kuprum (Cu)

- a. Menggunakan alat pelindung diri berupa masker
- b. Pemeriksaan kesehatan secara berkala dan khusus

8. Pencegahan logam Mangan (Mn)

- a. Penggunaan alat pelindung diri berupa masker yang dilengkapi dengan cartridge yang sesuai
- b. Pemeriksaan kesehatan secara berkala dan khusus

9. Pencegahan logam Merkuri (Hg)

- a. Mengganti alat-alat medis yang menggunakan merkuri dengan alat-alat edis non merkuri
- b. Menggunakan masker dengan cartridge yang sesuai

10. Pencegahan logam Nikel (Ni)

- a. Menggunakan masker dengan cartridge
- b. Pemeriksaan kesehatan berkala dan khusus

11. Pencegahan logam Timbal (Pb)

- a. Jauhkan dari pajanan dan hindari kontak
- b. Pemeriksaan kesehatan sebelum penempatan meliputi riwayat medik, pemeriksaan fisik dan perhatian khusus pada sistem hematopoetik, saraf dan ginjal
- c. Pemeriksaan secara berkala untuk mencari tanda dan gejala terpajan timbal, dapat juga dilakukan uji laboratorium untuk mengukur absorpsi timbal yang berlebihan.
- d. Merekomendasikan untuk pengawasan secara ketat terhadap sumber debu atau uap timbal dan langkah pengendalian
- e. Tidak makan dan minum di ruang kerja
- f. Tidak merokok pada waktu kerja

Logam Beracun	Organ Sasaran	Mekanisme Kerja	Bahaya	Antidotum
Arsen (As)	<ul style="list-style-type: none"> Kulit Paru Ginjal Kandung Empedu 	<ul style="list-style-type: none"> Berikatan dengan gugus sulfhidril, sehingga fungsi enzim pada jaringan tubuh akan erganggu kerjanya. Berikatan dengan enzim pada siklus Krebs, sehingga proses oksidasi fosforilasi tidak terjadi. Menyebabkan kematian (nekrosis) pada lambung, saluran pencernaan, kerusakan pembuluh darah, perubahan degenerasi pada hati dan ginjal. 	<ul style="list-style-type: none"> Kulit berwarna, <i>hard patches</i> pada kulit, kanker kulit, paru, ginjal dan kandung empedu serta dapat menyebabkan gangrene. Kerusakan hati, <i>jaundice</i> dan sirosis, penyakit pembuluh darah tepi; sindroma Raynaud's; penyakit <i>blackfoot</i> (sejenis gangrene); kekurangan darah (anemia); menyebabkan penurunan biosintesis heme; dan hiperkeratosis pada kulit. Arsen dan senyawanya, Karsinogenik pada manusia (Grup 1) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>British Anti Lewisite / BAL (2,3dimercapto propanol)</i> Penisilamin <i>Dimercaptosuccinic</i> <i>Acid (DMSA)</i> <i>Dimercaptopropane sulfonate (DMPS)</i>
Kadmium (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> Tulang Ginjal Hati Plasenta Paru Otak Kulit Paru Ginjal Kantung Empedu 	<ul style="list-style-type: none"> Ion kadmium Cd^{2+} menghambat enzim proteolitik dalam lisosom dan menyebabkan cedera sel tubulus asam aminolevulinat dehidratase proksimal ginjal, sehingga menyebabkan ekskresi protein molekul kecil, asam amino, dan glukosa bersama urin. 	<ul style="list-style-type: none"> Penyakit itai-itai (menyebabkan tulang lunak dan gagal ginjal dimana penderita mengalami) Anak-anak: kerusakan otak dan sistem saraf, osteoporosis (hilangnya mineral tulang) dan osteomalasia (tulang menjadi rapuh) serta gangguan ginjal yang parah) 	<p><i>Quinamic acid, bis (3carboxy-5-N dicarboxymethyl-aminomethyl- 6,7-dihydroxy-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolinyl-8)-5,8-dimethyl-6,7-dihydroxy-1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline 3-carboxylic acid</i></p> <p><i>Quinamic acid</i></p>
Kromium (Cr (VI))	<ul style="list-style-type: none"> Saluran pencernaan Hidung, tenggorokan, paru-paru Ginjal Hati 	<ul style="list-style-type: none"> Cr(VI) merusak ginjal, hati dan seldarah lewat reaksi oksidasi. Cr(IV) dan Cr(V) berikatan langsung dengan DNA 	<p>Pusing, haus berat, sakit perut, muntah, syok, oliguria atau anuria dan uremia. Kanker paru Iritasi saluran pemapasan Paparan kronis dapat merusak hati dan ginjal Cr(VI) karsinogenik pada manusia (Grup 1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ca EDTA BAL Sediaan mengandung tioculfat