

## TIMAH HITAM DAN KESEHATAN

### *Lead and Health*

Anita Dewi Moelyaningrum \*

#### **ABSTRACT**

Lead (Pb) is a heavy metal which is still widely spread in our environment. The source of the lead are industries, fuel with lead, household equipment, cosmetic and also from food. Lead entering the human from inhalation, absorption, and skin. Lead compounds indicate that some of the toxic effects for our health. The toxic effects of lead are haemopoietic system, neuron system, urinaria system, gastrointestinal system, cardiovascular system, reproductive system, endocrine system, musculoskeletal system. The toxicity of lead must be controlled by government to keep the public health.

**Key word:** *Lead, Toxic, Health*

#### **PENDAHULUAN**

Kehidupan manusia tidak bisa dipisahkan dari lingkungan. Lingkungan yang terkontaminasi tidak jarang menimbulkan berbagai masalah kesehatan. Timah Hitam atau Pb adalah logam berat yang masih banyak tersebar di lingkungan. Hal ini disebabkan Pb masih banyak digunakan baik dalam industri maupun perlengkapan rumah tangga.

Di Indonesia, timbal atau Pb masih digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin. Premium dari Unit Pemasaran V Surabaya yang melayani daerah Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur masih menggunakan timbal sebagai *oktan booster* sebesar 0,01 gram/ liter (Tawafurrohim, 2008). Penggunaan timbal sebagai campuran bahan bakar telah dilarang oleh dunia. Hal ini disebabkan karena efek kesehatan yang ditimbulkan oleh timbal adalah sangat berbahaya.

Pada bulan Juli 2003 Kementerian Lingkungan hidup melaporkan hasil monitoring kualitas udara melalui *Air Quality Monitoring System* (AQMS) menunjukkan bahwa di Surabaya patrikulat (Pb) telah melebihi ambang batas (Arissandi, 2004), sedangkan penelitian Adriani (2004), menyatakan bahwa kadar Pb udara di daerah

---

\* *Anita Dewi Moelyaningrum Adalah Dosen Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember*

padat di Surabaya sedikit diatas ambang batas BML. Penelitian Corie (2008) menunjukkan masih terdapat lokasi di Surabaya yang memiliki kadar Pb udara melebihi Baku Mutu Lingkungan (BML).

Kontak antara manusia dan logam berat Pb secara terus menerus akan menimbulkan berbagai dampak kesehatan. Timbal tidak dapat terurai secara biologis dan toksisitasnya tidak berubah sepanjang waktu.

Pb masuk ke dalam tubuh kemudian mengikuti peredaran darah menuju jaringan lunak dan organ seperti hati, ginjal, paru, otak, limpa, dan jantung. Setelah beberapa minggu sebagian besar Pb akan berpindah ke dalam tulang dan gigi. Pb dapat berada pada tulang selama puluhan tahun namun Pb dapat termobilisasi kembali ke darah dan organ dalam keadaan tertentu antara lain selama kehamilan, menyusui, setelah mengalami patah tulang, osteoporosis dan selama masa pertumbuhan (ATSDR, 2007).

Tingginya risiko paparan Pb di Indonesia serta risikonya terhadap terjadinya penyakit, melandasi penulis untuk mengkaji lebih jauh efek cemaran timbal (Pb) terhadap kesehatan melalui berbagai literature dan jurnal penelitian.

### **KARAKTERISTIK TIMAH HITAM (Pb)**

Timbal lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya. Sejalan dengan makin tingginya aktivitas manusia maka timbal dihasilkan oleh kegiatan manusia yang mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami (Widowati, 2008). Beberapa sifat fisika dari Pb adalah memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk. Sifat kimia yang aktif sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam agar tidak mudah berkarat.

### **PENGGUNAAN TIMAH HITAM (Pb)**

Logam Pb banyak digunakan sebagai pelapis dan pelarut di dunia industri. Penggunaan Pb di dunia industri antara lain yaitu dalam industri baterai, industri aki, industri percetakan (tinta), campuran pembuatan cat, kabel, penyepuhan, pestisida, peralatan rumah tangga, mainan anak anak, zat antiletup pada bensin, zat penyusun patri atau solder maupun sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya kontak antara air di rumah tangga dengan Pb (ATSDR, 2007).

### **SUMBER TIMAH HITAM (Pb)**

Partikel timbal dapat disebarkan oleh angin hingga 100-1000 km dari sumbernya (KPBB, 2000). Sumber Pb di lingkungan adalah berasal dari cat tembok, pipa air yang menggunakan timbal, campuran keramik, kaleng dari makanan kemasan, udara, debu, tanah, obat tradisional, kosmetik, industri perak, baterai, industri kaca berwarna, perhiasan dan perunggu dll.

#### **1. Bahan Bakar**

Emisi Pb di atmosfer bumi berbentuk gas maupun partikel. Emisi Pb dalam bentuk gas berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Timbal (Pb) masih

digunakan oleh Pertamina unit pemasaran V Surabaya yang melayani daerah Jawa Timur, Bali, NTT dan NTB. Pb yang digunakan hingga saat ini adalah 0,01 g/ liter (Tawafurrohim, 2008).

## **2. Tanah**

Sekitar 10% Pb dari udara mengendap langsung di tanah dalam jarak 100 m dari jalan; 45% mengendap dalam jarak 20 km; 10 % mengendap dan 35% terbawa ke atmosfer dalam jarak 20-200 km (Widowati, 2008). Kemudian Pb dalam tanah tersebut akan ikut terbawa pada sepatu, alat rumah tangga, mobil maupun baju. Timbal menempel di pintu atau jendela yang dapat terhirup ke dalam saluran pernafasan dan masuk ke dalam mulut. Debu yang mengandung Pb dapat tersebar di perlengkapan rumah tangga seperti pintu, lantai dll sehingga memungkinkan adanya paparan pada manusia.

## **3. Pekerjaan**

Beberapa pekerjaan dan hobi yang berisiko memberi paparan Pb adalah pekerjaan di lingkungan industri baterai, perbaikan radiator, konstruksi, penggunaan solder, cat, penghancuran bangunan, industri logam, pewarnaan gelas, pertambangan, percetakan, pengecatan sistem semprot, proses pengecatan pabrik mobil (Darmono, 2001; ATSDR, 2007).

## **4. Alat Rumah Tangga**

Alat rumah tangga seperti berbagai produk kerajinan dari tanah liat, lapisan pewarna kaca, keramik untuk kemasan dan memasak makanan terkadang mengandung Pb. Pb terkadang juga ditemukan pada perhiasan logam. Pada mesin mainan anak, ornament perhiasan dll. Timbal dalam cat adalah sumber utama timbal di rumah tangga (ATSDR, 2007; Michael, 2007). Tanah kebun dapat terkontaminasi cat yang tercuci oleh air hujan dan mencemari air tanah

## **5. Air Minum**

Timbal dalam air minum dapat berasal dari kontaminasi pipa, yang dipakai untuk saluran air. PDAM masih menggunakan pipa yang mengandung Pb, sehingga sangat besar kemungkinan air minum tercemar Pb (Soemarwoto, 2004 dalam Widowati, 2008)

## **6. Makanan**

Timbal dalam makanan berasal dari kontaminasi kaleng makanan dan kaleng minuman dari solder yang bertimbal. Beberapa negara masih melegalkan Pb untuk digunakan pada kaleng makanan. Penelitian yang dilakukan Wigatiningsih (2007) menunjukkan bahwa pada kondisi lalu lintas padat, tanaman kubis dengan umur 2 bulan mengandung Pb sebesar 1,6339 ppm dan kubis dengan umur 3 bulan mengandung Pb sebesar 2,0956 ppm. Pb juga dapat ditemukan pada makanan tradisional (ATSDR, 2007).

Rokok juga merupakan sumber paparan Pb. Rokok mengandung 4 µg -12 µg timah hitam setiap batangnya. Diperkirakan jumlah timah hitam yang terhirup ke dalam paru dari merokok sebanyak 20 batang sehari adalah sebanyak 1-5 µg (Harrison & Laxen, 1981).

## 7. Obat Tradisional dan Kosmetik

Obat tradisional maupun kosmetik terkadang mengandung Pb. Biasanya obat dan kosmetik dari Asia Selatan, India atau Meksiko. Kosmetik mengandung Pb sering berwarna kuning cerah atau *orange* (ATSDR, 2007)

### POLA PEMAPARAN TIMBAL (Pb)

Banyaknya kemungkinan pemaparan Pb pada manusia diduga akan meningkatkan resiko gangguan terhadap kesehatan. Terutama jika paparan Pb mengenai ibu hamil. Beberapa ibu dapat terpapar Pb dari perilaku dan kebiasaan seperti memakan makanan yang terkontaminasi Pb, debu atau tanah, kertas, maupun kontak dengan peralatan rumah tangga seperti cat, gerabah dan lain sebagainya yang terkontaminasi Pb.

Pb merupakan zat toksik terhadap janin dalam kandungan. Pb dari ibu dapat masuk ke janin melalui plasenta. Pb tersimpan dalam tulang selama beberapa tahun, dimana Pb dari tulang akan ikut bersama darah pada kondisi tertentu seperti hamil dan menyusui maupun fraktur dan osteoporosis.

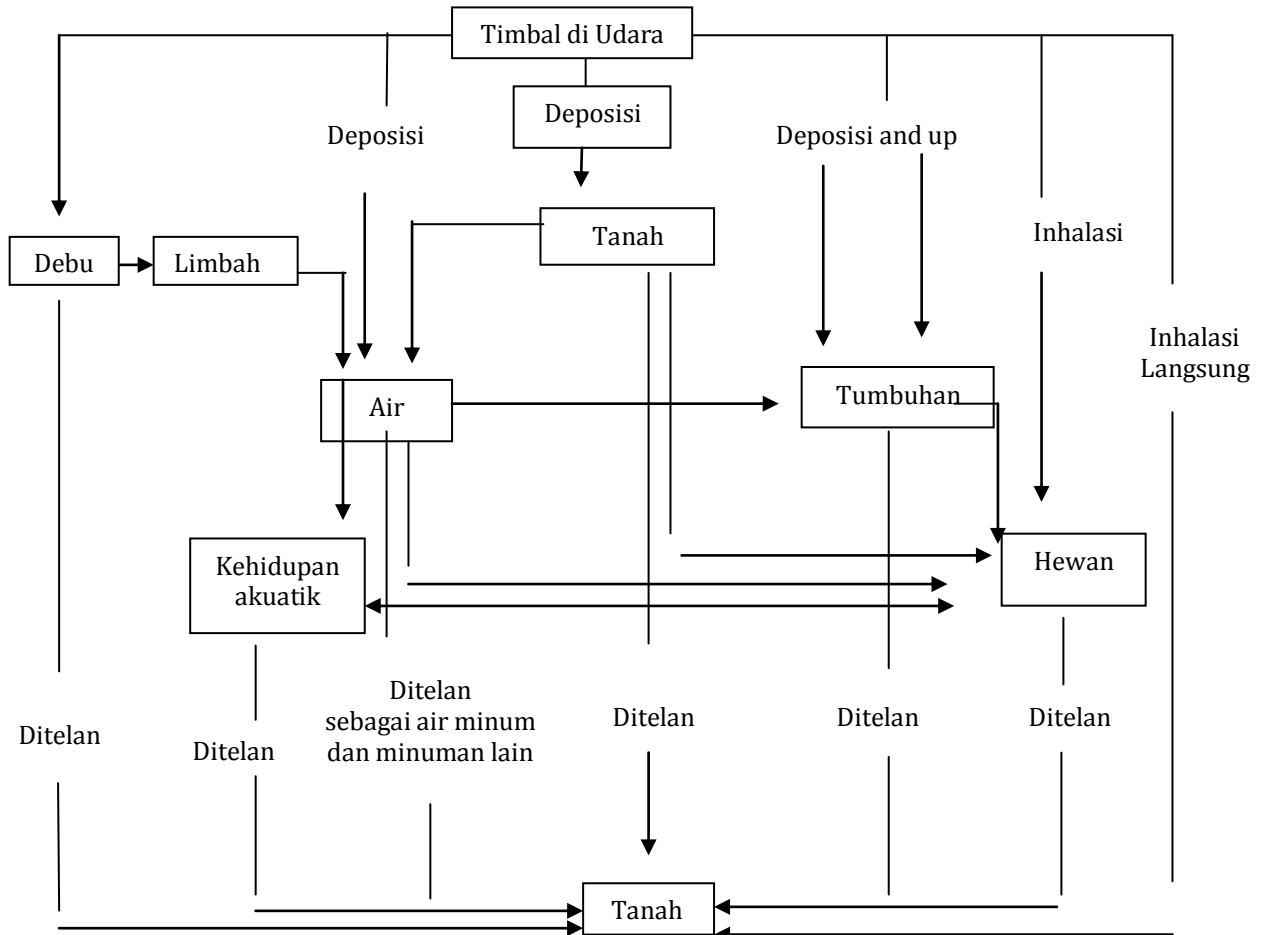


Gambar 1. Pola pemaparan Pb. Lead issue. <http://www.hc-sc.gc.ca>

### JALAN MASUK TIMAH HITAM (Pb) KEDALAM TUBUH

Proses masuknya Pb kedalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi ke dalam kulit. Berikut

adalah perjalanan Pb dari udara sampai masuk ke dalam tubuh manusia. Adapun perjalanan Pb dari udara sampai masuk ke dalam tubuh manusia ada pada gambar 2.



**Gambar 2** Perjalanan timbal (Pb) dari atmosfer ke dalam tubuh manusia  
Sumber : Environmental Health Criteria 3, WHO 1977

## **BAKU MUTU TIMAH HITAM (Pb)**

### **1 Baku Mutu Pb Udara**

Pb di absorpsi secara inhalasi melalui saluran pencernaan, maupun kulit. Untuk itu kadar maksimum Pb udara adalah  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (WHO, 2007; US EPA, 2008),  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 41/1999).

**2. Baku Mutu Pb Udara Air.** Batas ambang Pb pada air adalah 0.

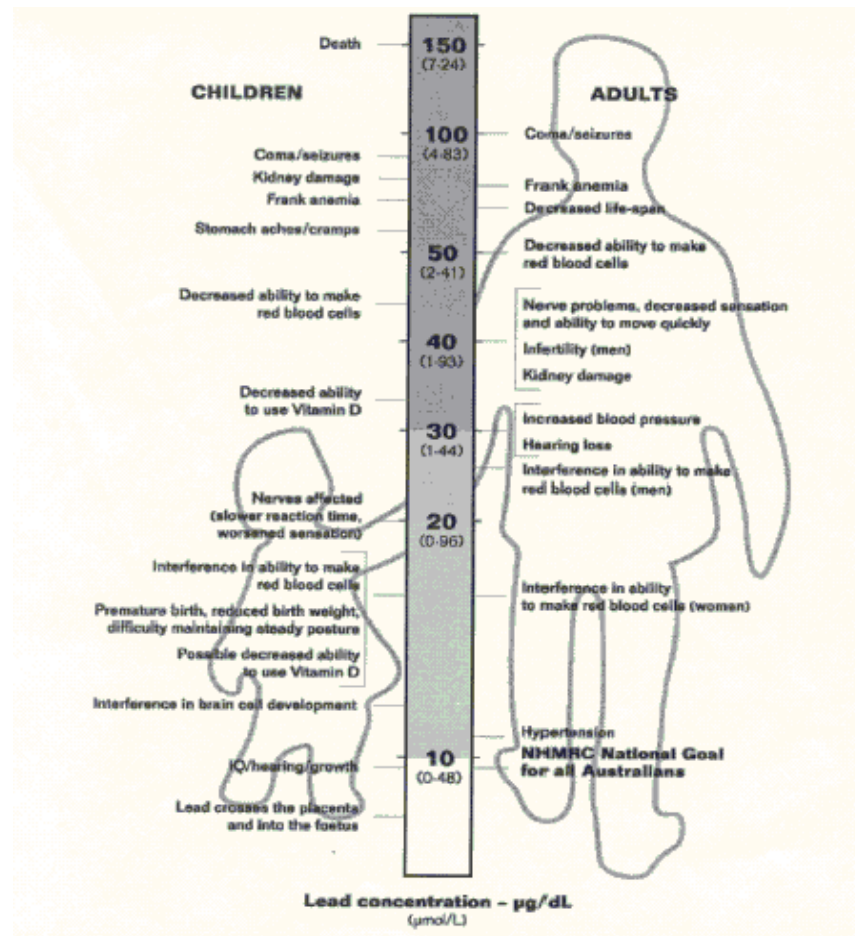
**3. Baku Mutu Pb Tanah.** Kadar maksimum Pb pada tanah yang diperbolehkan < 50 ppm (ATSDR, 2007).

**4. Baku Mutu Pb Makanan.** FDA melarang penggunaan Pb untuk kaleng makanan pada anak (FDA 1994 and FDA 1995 dalam ATSDR 1999).

**DAMPAK TIMAH HITAM (Pb) TERHADAP KESEHATAN**

Timbal bersifat kumulatif dengan toksisitas yang bersifat kronis dan akut. Toksisitas kronis sering terjadi pada pekerja tambang, pabrik pemurnian logam, proses pengecatan pada pabrik mobil, pembuatan baterai, percetakan, pelapisan logam dll. Sedangkan toksisitas akut bisa terjadi jika Pb masuk dalam tubuh melalui makanan atau inhalasi dalam waktu yang relatif pendek dan kadar yang tinggi. Beberapa gejala akibat paparan Pb adalah kram perut, kolik, sembelit, mual, muntah, sakit perut yang hebat, sakit kepala, bingung, pikiran kacau, kesulitan berbicara, sering pingsan maupun koma (Darmono, 2001; ATSDR 2007; Widowati, 2008).

Paparan Pb terhadap anak akan sangat berbahaya. Keracunan timbal pada anak dapat menyebabkan: penurunan IQ dan pemusatan perhatian, kesulitan membaca dan menulis, hiperaktif dan gangguan perilaku, gangguan pertumbuhan dan fungsi penglihatan dan pergerakan, gangguan pendengaran: anemia, kerusakan otak, liver, ginjal, syaraf dan pencernaan, koma, kejang-kejang atau epilepsi.



**Gambar 2.2.** Dampak pemaparan Pb terhadap kesehatan. Lead issue. [Http://www.hcsc.gc.ca](http://www.hcsc.gc.ca)

### 1. Efek Pb pada Sistem Haemopoitik

Penurunan beberapa enzim penting dalam biosintesis Heme terjadi pada Pb darah < 10 µg/dL (ATSDR, 2007). Timbal (Pb) dapat mempengaruhi sejumlah enzim dan system fisiologis yang mampu menyebabkan berbagai perubahan pada manusia. Secara biokomia, keracunan timah hitam dapat menyebabkan (Mukono, 2000):

1. Peningkatan produksi ALA (*Amino Levulinic Acid*)

Timah hitam akan menghambat enzim hemesintetase, yang akan mengakibatkan penurunan produksi heme. Penurunan produksi heme ini akan meningkatkan aktivitas *Ala Sintetase*, dan akhirnya produksi ala meningkat.

2. Peningkatan Protoporphirin

Perubahan protoporphirin IX menjadi heme, akan terhambat dengan adanya timah hitam. Hal ini akan menyebabkan terjadinya akumulasi dari protoporphirin IX yang dapat diketahui pada plasma dan feses.

3. Peningkatan Koproporphirin

Akumulasi dari protoporphirin akan meningkatkan akumulasi dari koproporphirin III. Hal ini diketahui dengan didapatkannya koproporphirin III pada urin dan feses.

Timah hitam (Pb) mengganggu sintesis heme (komponen utama hemoglobin) melalui aktivitas tiga enzim, yaitu :

1. Timah hitam secara tidak langsung merangsang aktivitas dari enzim sitoplasmatik yaitu *delta aminolovelinic acid synthetase* (ALAS)
2. Timah hitam secara langsung menghambat aktivitas dari enzim sitoplasmatik yaitu delta aminolovelinic dehidrase (ALAD). Penghambatan ALAD terjadi pada kadar Pb Blood 10µg/dl atau lebih rendah (Lu, 1995), akibatnya ALAD tidak akan diproses menjadi porfobilinogen sehingga akan dibuang ke dalam urin pada Pb Blood 40µ/dl
3. Timah hitam mengganggu fungsi normal intramitokondrial ferro chelatase, yang bertanggung jawab terhadap pemasukan besi (III) ke dalam lingkaran Porphyrin (WHO, 1987)

Penghambatan enzim ALAD berlangsung di jaringan *erythropoietic* pada sumsum tulang, sirkulasi eritrosit pada hati, ginjal dan otak (Millar, 1979). Timah hitam mempengaruhi ALAD di darah tepi dengan cakupan yang sama seperti pada sel *erythroid* pada sumsum tulang, sehingga pengukuran terhadap penghambatan enzim ini di *erythropoesis*.

Dari berbagai enzim pembentuk heme, ALAD merupakan serum yang paling sensitive terhadap efek penghambatan oleh timah hitam dan menunjukkan penurunan secara eksponensial dalam aktivitasnya dikaitkan dengan peningkatan kadar timah hitam dalam darah (Ratcliffe, 1981).

## 2. Efek Pb Pada Sistem Syaraf

Paparan Pb diduga juga mengganggu system syaraf. Pb dengan kadar > 80µg/dL dapat terjadi ensefopati. Terjadi kerusakan pada arteriol dan kapiler yang mengakibatkan edema otak, meningkatnya tekanan cairan serebrospinal, degenerasi neuron dan perkembangbiakan sel glia, dimana secara klinis keadaan ini disertai dengan munculnya ataksia, stupor, koma, dan kejang kejang.

Encephalopathy dapat terjadi jika Pb dalam darah 100-120 µg/dL pada orang dewasa, dan 70-100 µg/dL pada anak anak. Pada kadar Pb darah sebesar 40 µg/dL dapat menyebabkan Peripheral neuropathy, sedangkan efek neurobehavioral dan neuropsychological pada orang dewasa terjadi pada kadar Pb darah sebesar 40-80 µg/dL, efek kognitif dan neurobehavioral terjadi pada anak anak dengan kadar Pb darah < 10 µg/dL (ATSDR, 2007)

Beberapa penelitian menunjukkan efek toksik Pb pada sistem syaraf. Gangguan syaraf dapat terjadi pada anak anak dengan paparan Pb < 10 µg/dl. (Canfield, 2003; Lanphear *et al.* 2006). Beberapa studi pada dekade terakhir menunjukkan bahwa paparan Pb pada anak anak akan menurunkan IQ, menurunkan kemampuan belajar dan keterlambatan pertumbuhan. 2-4 poin penurunan level IQ terjadi tiap peningkatan Pb darah pada tiap microgram/decilitre dari yang diperbolehkan (10 µg/dl.). Pb darah 5-10 µg/dl dapat menurunkan kemampuan kognitif pada anak.

Paparan Pb 40-50 µg/ dL pada anak akan menunjukkan hiperaktivitas, berkurangnya perhatian dan menurunnya IQ (Ernhardt dkk dalam Lu, 1997). Pada penelitian retrospektif, orang yang semasa kecilnya terpapar Pb ternyata mengalami hambatan dalam belajar (Hu 1991 dalam ATSDR 2007 ). Sedangkan gangguan syaraf berhubungan dengan paparan Pb 30g/dl pada anak-anak. Dan akan menurunkan IQ 1-3 point oleh karena paparan Pb 10-20 g/dl ( Pocock et al, 1994) menyatakan kadar Pb darah > 10 g/dl pada anak akan memberikan efek pada system syaraf pusat.

Pada penelitian Wright *et al* (2008) yang mengamati 250 orang wanita hamil yang hidup di Cincinnati, Ohio yaitu daerah kontaminan Pb, dilakukan pengukuran Pb darahnya pada prenatal dan post natal dan diikuti selama 6,5 tahun. Menunjukkan bahwa anak yang terpapar Pb 5 µg/dl (0.24 µmol/l) memiliki risiko 1.34 kali melakukan kejahatan dan dipenjara (rr = 1.34 (95% ci 0.88-2.03) dibandingkan yang tidak terpapar. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kadar Pb darah pada anak yang dilahirkan dengan keterlibatan tindak kejahatan oleh anak anak.

Berdasarkan hasil penelitian Nursida (2006) menyatakan bahwa timbal asetat sebesar 22,5mg/kg BB yang diberikan pada induk mencit umur kebuntingan 13-15 hari dapat menurunkan berat badan induk mencit dan kemampuan belajar dan mengingat anak mencit pascasapih fl.

## 3. Efek Pb pada Sistem Urinaria

Beberapa study epidemiologi menunjukkan hubungan antara keracunan Pb dengan kadar Pb pada tulang. Kadar Pb darah dan kadar Pb tulang berkaitan erat dengan toksik pada *nephrotoxicity*. Peningkatan kadar Pb darah dengan kadar < 20



$\mu\text{g/dL}$ , berkaitan dengan kegagalan filtrasi pada *glomerulus*. Kegagalan enzimuria dan proteinuria pada kadar  $30 \mu\text{g/dL}$  dan perubahan patologi pada kadar Pb darah lebih dari  $50 \mu\text{g/dL}$ . (ATSDR, 2007).

#### **4. Efek Pb pada Sistem Gastrointestinal**

Paparan Pb sebesar  $60\text{-}100 \mu\text{g/dL}$  pada anak-anak akan mengakibatkan terjadi kolik (ATSDR, 2007).

#### **5. Efek Pb pada Sistem Kardiovaskuler**

Paparan Pb berkaitan dengan peningkatan tekanan darah. Peningkatan tekanan darah ini secara tidak langsung dapat mempengaruhi fungsi kardiovaskuler. Pb darah sebesar  $< 10 \mu\text{g/dL}$  dapat menaikkan tekanan darah (ATSDR, 2007). Adanya hubungan antara risiko hipertensi pada wanita dengan PbB ditunjukkan oleh penelitian Nash *et al* (2003) dalam ATSDR (2007).

#### **6. Efek Pb pada Sistem Reproduksi**

Beberapa penelitian mengukur potensi hubungan antara paparan Pb dan sistem reproduksi pada manusia. Studi yang dilakukan pada pekerja wanita di Swedia terbukti meningkatkan frekuensi aborsi spontan, dan lahir mati (Nordstorm *et al* 1979 dalam ATSDR, 2007), Namun demikian studi lain menunjukkan tidak adanya hubungan antara paparan Pb dengan risiko aborsi spontan. Sebagaimana studi yang dilakukan pada wanita di Port Pirie daerah selatan Australia (Wibberley *et al.* 1977 dalam ATSDR 2007). Paparan Pb secara signifikan menurunkan kesuburan pada pria. (Sallmen *et al*, 2000a dalam ATSDR 2007). Pb darah dapat menurunkan kesuburan jika kadar Pb darah  $>40 \mu\text{g/dL}$  (ATSDR, 2007).

#### **7. Efek Pb pada Sistem Endokrin**

Hasil penelitian Samsudin (2007) menunjukkan bahwa hasil uji regresi logistik menunjukkan ada hubungan antara kadar Pb dalam darah dengan fungsi tiroid ( $p=0,018$ ;  $rr=3,99$ ;  $95\%ci: 1,3\text{-}12,6$ ). Pada penelitian Rosen *et al* (1980) dalam ATSDR (2007) membuktikan bahwa paparan Pb pada anak-anak pada umur 1-5 tahun sebesar  $33\text{-}120 \mu\text{g/dL}$  menurunkan level serum vitamin D.

#### **8. Efek Pb pada Sistem Muskuloskeletal**

Pada beberapa penelitian menunjukkan adanya keterkaitan paparan Pb dengan Muskuloskeletal. Paparan Pb ternyata juga memberikan pengaruh terhadap panjang badan pada bayi. Sebagaimana hasil penelitian kohort yang dilakukan pada 260 bayi baru lahir yang diamati hingga usia 15 bulan, ternyata terdapat hubungan antara rerata Pb darah Infant dengan ibu yang memiliki kadar Pb darah tinggi pada median kohort yaitu  $7,7 \text{ mikrogram/dL}$ , yaitu bayi menjadi lebih pendek  $2 \text{ cm}$  pada usia 15 bulan dibandingkan dengan ibu yang tidak terpapar Pb. (Sukla *et al*, 2007).

Adapun efek paparan Pb pada sistem muskuloskeletal dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Efek Paparan Pb Darah Pada Muskuloskeletal

No	Peneliti	Jumlah populasi studi	Paparan	Efek
1.	Dye et al. 2002	10,033 pria dan wanita usia 20-69 tahun.	2.5 µg/dL (geometric mean PbB)	Peningkatan PbB berhubungan dengan hilangnya jaringan periodontal tulang
2.	Gemmel et al. 2002	290 anak dengan usia 6-10 tahun.	2.9 µg/dL (mean PbB)	PbB meningkat sebanding dgn kejadian caries gigi.

Sumber. ATSDR, 2007. Lead Effect.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Adriani., (2004). Kadar Pb Udara, Kadar Pb darah dan Efeknya terhadap Kesehatan Pedagang Kaki Lima Jalan Darmawangsa di Kota Surabaya. *Tesis*. Program Pascasarjana. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Anonim., (2008). Lead Isue. 2008. <http://www.hc-sc.gc.ca> (Sitasi 20/01/09)
- Arisandi P., (2004). Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah 05 Jan 2004, <http://www.terranet.or.id/tulisandetil.php?id=1487> (sitasi 20/01/09)
- ATSDR., (2007). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Departement of Health Service and Human Services, Public Health Service. Division of Toxicologi and Environmental Medicine. [www.atsdr.cdc.gov/](http://www.atsdr.cdc.gov/) (Sitasi 20/01/09)
- ATSDR., (2007). Lead Toxicity Who Is at Risk of Lead Exposure. [http://www.atsdr.cdc.gov/csem/lead/pbwhoisat\\_risk2.html](http://www.atsdr.cdc.gov/csem/lead/pbwhoisat_risk2.html) (Sitasi 20/01/09)
- ATSDR., (2007). Public Health Statement for Lead. US. Department of Health and Health Services. PH services. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov>. (Sitasi 20/01/09)
- CDC., (1991). CDC Guideline for Management Pb in Children. [www.cdc.gov/niosh/npg/html](http://www.cdc.gov/niosh/npg/html) (Sitasi 20/01/09)
- Canfield .R.L, Henderson CR Jr, Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP, (2003). Intellectual Impairment in Children with Blood Lead Concentration below 10 microg per deciliter. Juli Vol 31; Page 500-2. *Abstrac*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12700371>. (Sitasi 04/02/09)

- Corie, IP., (2008). *Pemodelan Pencemaran Timbal (Pb) Udara Kaitannya dengan Kadar Timbal (Pb) Darah Anak Jalanan di Kota Surabaya*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.
- Darmono., 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- EHC, WHO., (1977). Lead. Environmental Health Criteria 3. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc003.htm>. (Sitasi 20/01/09)
- EHC, WHO., (2006). Elemental Speciation In Human Health Risk Assessment Environmental Health Criteria 234. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc003.htm>. (Sitasi 20/01/09)
- Harrison, R. and. Laxen., DPH., (1981). *Lead Polution: Causes and Control*. London, Chapman and Hall Limited.
- KPBB., (2000). Komite Penghapusan Bensin Bertimbal. <http://www.kpbb.org/download/Dampak%20Pemakaian%20Bensin%20Bertimbal%20dan%20Kesehatan.pdf>. (Sitasi 04/02/09)
- Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, and Dietrich KN., (2006). Effects of Lead on IQ in Children and Authors' Response Environmental Health Perspectives volume 144 number 2. feb 2006. <http://www.ehponline.org/docs/2005/8546/letter.html>. (Sitasi 04/02/09)
- Lu, Frank C.,(1995). *Toksikologi Dasar. Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Risiko*. Terjemahan. Ed.2 Jakarta: Penerbit UI Press.
- Michael A., (2007). Lead and Food. <http://www.extension.umn.edu/info/nutrition/BJ652.html> (sitasi 10/02/09)
- Mukono, H.J., (2005). Toksikologi Lingkungan. Surabaya Airlangga University Press.
- Napitulu., (2008). Pengaruh Pemberian Kalsium Secara Oral Terhadap Kadar Plumbum Dalam Darah Mencit (Mus Musculus L) Tesis. <http://library.usu.ac.id/>. (sitasi 10/02/09)
- Nursidah., (2006) Pengaruh Timbal Asetat yang diberikan Pada Induk Mencit (Mus Musculus L) SW Umur Kemampuan Belajar dan Mengingat Anak Mencit Pascasapih Fi. Skripsi. 2006. [www.sith.itb.ac.id/abstract/s1/2006](http://www.sith.itb.ac.id/abstract/s1/2006) (Sitasi 27/01/09)
- Pocock S. J., M. Smith, and P. Baghurst., (1994). Environmental lead and children's intelligence: a systematic review of the epidemiological evidence. BMJ. 1994 November 5; 309(6963): 1189-1197. [www.bmjournals.com/cgi/content/full/310/6976/397/b](http://www.bmjournals.com/cgi/content/full/310/6976/397/b). (sitasi 25/01/09)
- Ratcliffe, J. M., (1981). *Lead in Man and the Environment*. London. Ellis Horwood Limited.

Samsudin Mohamad., (2007). Hubungan Kadar Plumbum (Pb) dalam Darah Dengan Fungsi Tiroid (TSH-FT4) Pada Wanita Usia Subur (WUS) Risiko Terkena Paparan Pb di Daerah Perkotaan.

*Tesis*. Abstrak. . [www.ugm.ac.id](http://www.ugm.ac.id). (sitasi 25/01/09)

Shukla.R; Bornschein Ri, Dietrich KN, Buncher CR, Berger OG, Hammond PB,Succop PA., (2007). Fetal and Infant Lead Exposure: Effects on Growth In Stature. University of Cincinnati. Department of Environmental Health, OH 45267-0056.PubMed-indexed for MEDLINE. [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2780121](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2780121). *Abstract*. (sitasi 26/01/09)

Tawafurrohim., (2008). Bensin di Jawa Timur Masih Berkadar Timbal. *Tempointeraktif* 22/9/2008. [www.tempointeraktif.com](http://www.tempointeraktif.com). (sitasi 10/01/09)

ToxGuide TM For Lead Pb cas# 7439-92-1., Oktober (2007). US Department of Health & Human Services PH Service. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov). (sitasi 10/01/09)

US EPA., (2008) National Ambient Air Quality Standart for Lead (Pb). <http://www.epa.gov>. (sitasi 10/01/09)

Widowati W, Astiana Sastiono, Raymond Jusuf., (2008). *Efek Toksik Logam. Pecegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Wright John Paul Kim N. Dietrich; M. Douglas Ris; Richard W. Hornung; Stephanie D. Wessel; Bruce P. Lanphear; Mona Ho; Mary N. Rae  
Author Information. PLoS Med. (2008);5(5):e101. Association of Prenatal and Childhood Blood Lead Concentrations with Criminal Arrests in Early Adulthood. ©2008 Public Library of Science [PLOS Medicine](http://www.plosmedicine.org). Posted 07/25/2008. <http://www.medscape.com>. (sitasi 20/01/09)

WHO., (1987). Air Quality Guidelines for Europe. Geneva, WHO Publications.

Wigatiningsih Hesti., (2004). Penetapan Kadar Cemaran Timbal (Pb) Pada Sayuran Kubis Yang Di Tanam Di Tepi Jalan Raya Kopeng Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi*, <http://etd.library.ums.ac.id>. (sitasi 10/01/09)