

***LITERATURE REVIEW: IDENTIFIKASI RESIKO  
PAPARAN TIMBAL INDUSTRI PADA ANAK-ANAK  
DENGAN VARIAN TEMPAT TINGGAL DAN JENIS  
KELAMIN***

**NASKAH PUBLIKASI**



Disusun Oleh :

**Mami Nia Sholehana  
1611304103**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS 'AISYIYAH  
YOGYAKARTA  
2022**

***LITERATURE REVIEW: IDENTIFIKASI RESIKO  
PAPARAN TIMBAL INDUSTRI PADA ANAK-ANAK  
DENGAN VARIAN TEMPAT TINGGAL DAN JENIS  
KELAMIN***

**NASKAH PUBLIKASI**



Disusun Oleh :  
**Mami Nia Sholehana**  
**1611304103**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS 'AISYIYAH  
YOGYAKARTA  
2022**

***LITERATURE REVIEW: IDENTIFIKASI RESIKO  
PAPARAN TIMBAL INDUSTRI PADA ANAK-ANAK  
DENGAN VARIAN TEMPAT TINGGAL DAN JENIS  
KELAMIN***

**NASKAH PUBLIKASI**

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat Mencapai  
Gelar Sarjana Terapan Kesehatan**

**Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis  
Fakultas Ilmu Kesehatan  
Di Universitas 'Aisyiyah  
Yogyakarta**



**Disusun Oleh :**

**Mami Nia Sholehana  
1611304103**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS 'AISYIYAH  
YOGYAKARTA  
2022**

***LITERATURE REVIEW: IDENTIFIKASI RESIKO  
PAPARAN TIMBAL INDUSTRI PADA ANAK-ANAK  
DENGAN VARIAN TEMPAT TINGGAL DAN JENIS  
KELAMIN***

**NASKAH PUBLIKASI**

**Disusun Oleh :  
MAMI NIA SHOLEHANA  
1611304103**

Telah Memenuhi Persyaratan dan Disetujui Untuk Dipublikasikan

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis  
Fakultas Ilmu Kesehatan  
Di Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Oleh :

Pembimbing : ARIF YUSUF WICAKSANA, M.Sc., Apt

29 Desember 2022 09:30:46



# **LITERATURE REVIEW: IDENTIFIKASI RESIKO PAPARAN TIMBAL INDUSTRI PADA ANAK-ANAK DENGAN VARIAN TEMPAT TINGGAL DAN JENIS KELAMIN<sup>1</sup>**

Mami Nia Sholehana<sup>2</sup>, Arif Yusuf Wicaksana<sup>3</sup>

## **ABSTRAK**

Anak-anak lebih rentan terhadap paparan timbal karena anak-anak lebih berisiko menelan timbal dari lingkungan melalui mulut, penyerapan dari saluran pencernaan lebih tinggi pada anak-anak daripada orang dewasa dan sistem saraf anak-anak yang sedang berkembang dianggap lebih rentan terhadap efek racun timbal daripada orang dewasa. Kadar timbal di kawasan industri, dan kawasan pinggiran kota, yang tinggal di kawasan industri cukup lebih tinggi daripada diperkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui paparan timbal industri pada anak-anak berdasarkan varian tempat tinggal. Tujuan lain yaitu mengidentifikasi kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan variasi jenis kelamin. Metode Penelitian yang digunakan yaitu metode *literature review*. Pemilihan literature ini menggunakan beberapa database antarlain *google scholar*, *pubmed*, dan *science direct*. Hasil dari penelitian tingkat paparan timbal industri pada anak-anak berdasarkan varian tempat tinggal paparan timbal pada anak-anak paling tinggi sebesar 20 µg/dL. Potensi besar terpapar timbal tertinggi terdapat pada wilayah tempat tinggal yang berdekatan dengan industri terutama industri logam, tambang minyak, dan pembakaran limbah industri. Identifikasi kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan variasi jenis kelamin menemukan bahwa anak dengan jenis kelamin laki-laki lebih rentan terkontaminasi kadar timbal dibandingkan anak perempuan. didapatkan tabulasi silang yang menggambarkan bahwa paparan timbal antara 5 µg/dL – 10 µg/dL pada anak laki-laki sebanyak 75% dan hanya 25% anak perempuan yang rentan terpapar kadar timbal tinggi. Kesimpulan dari penelitian anak-anak yang bertempat tinggal berdekatan dengan wilayah industri memiliki paparan timbal lebih tinggi sedangkan jenis kelamin laki-laki kadar timbal lebih tinggi dari anak perempuan.

Kata Kunci : Timbal industri, anak-anak, tempat tinggal, jenis kelamin  
Kepustakaan : 12 Jurnal (2013-2021)

---

<sup>1</sup>Judul skripsi

<sup>2</sup>Mahasiswa TLM Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

<sup>3</sup>Dosen TLM Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

# **A LITERATURE REVIEW: THE IDENTIFICATION OF THE RISKS OF EXPOSURE TO INDUSTRIAL LEAD IN CHILDREN WITH VARIANTS OF RESIDENCE AND GENDER<sup>1</sup>**

Mami Nia Sholehana<sup>2</sup>, Arif Yusuf Wicaksana<sup>3</sup>

## **ABSTRACT**

Children are more susceptible to lead exposure because children are more at risk of ingesting lead from the environment through their mouths. The absorption from the digestive tract is higher in children than adults and the developing nervous system of children is considered to be more susceptible to lead exposure effects of lead poisoning than adults. Compared to people living in urban areas, lead levels in industrial and suburban areas are significantly higher. Research objective The study aims to determine exposure to industrial lead in children based on the variant of residence. Moreover, the study aims to identify industrial lead levels in children based on gender variations. Research method This study employed a literature review method. This literature selection used several databases including Google Scholar, PubMed, and Science Direct. Results of the study The level of exposure to industrial lead in children based on the variant of residence of lead exposure in children was the highest at 20 µg/dL. The highest potential for exposure to lead is found in residential areas close to industries, especially metal industries, oil mines, and industrial waste incineration. Identification of industrial lead levels in children based on gender variations found that male children were more susceptible to lead contamination than female children. Cross tabulation was obtained which illustrated that 75% of boys were exposed to lead between 5 ug/dL-10 ug/dL and only 25% of girls were susceptible to exposure to high lead levels. Conclusion Children who live close to industrial areas have higher lead exposure, while boys have higher levels of lead than girls.

**Keywords** : Industrial Lead, Children, Place of Residence, Gender

**References** : 12 Journals (2013-2021)

---

<sup>1</sup>Title

<sup>2</sup>Student of Medical Laboratory Technology, Faculty of Health Sciences, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

<sup>3</sup>Lecturer of Medical Laboratory Technology, Faculty of Health Sciences, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

## I. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan salah satunya karena perkembangan industri yang pesat menjadi salah satu penyebab pencemaran logam berat di lingkungan. Pencemaran logam berat cenderung meningkat dari proses industri yang terjadi. Pencemaran logam berat dalam lingkungan dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan. Sumber emisi zat pencemar atau polutan yang ada di industri logam salah satunya adalah partikel yang berupa debu, abu, dan metal seperti, nikel, *cadmium*, *beryllium* dan timbal (Chandra, 2005).

Logam berat timbal secara alami terdapat dalam kerak bumi, kebanyakan konsentrasi timbal yang ditemukan di lingkungan hasil dari aktivitas manusia. Timbal masuk ke dalam tubuh melalui jalur pernapasan dan saluran pencernaan. Timbal diserap dalam darah lalu didistribusikan ke otak, hati, dan ginjal. Timbal dapat disimpan dalam tulang, rambut, dan kuku. Timbal memiliki sifat-sifat khusus yang menjadikannya dapat ditemukan pada cat, bahan bakar kendaraan bermotor, solder timah, dan produk atau barang konsumen lainnya. Timbal terdapat dalam produk atau barang, timbal dalam bentuk aerosol anorganik terdapat pada makanan, seperti sayuran dan buah-buahan (Siwiendrayanti *et al.*, 2016).

Timbal (Pb) atau biasa dikenal dengan nama timah hitam merupakan suatu logam berat yang lunak dan berwarna kelabu kebiruan dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C. Timbal

atau Plumbum (Pb) adalah salah satu bahan pencemar utama saat ini di lingkungan. Timbal yang terdapat dalam udara biasanya akibat pembakaran batu bara, asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa timbal alkil, timbal oksida, dan peleburan biji timbal (Palar, 2012). Timbal (Pb) bersifat *non-biodegradable* di lingkungan dan dapat mengakumulasi terutama pada tulang, otak, ginjal dan otot serta dapat menyebabkan beragam kelainan seperti anemia, penyakit ginjal, gangguan saraf, mual bahkan kematian (Liu, *et al.*, 2013). Logam Pb dapat membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan, logam Pb yang terhirup oleh manusia setiap hari akan diserap, disimpan dan kemudian ditampung dalam darah (Dessy, 2012).

Mekanisme masuknya timbal ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernafasan, oral, ataupun langsung melalui permukaan kulit (Naria, 2005). Timbal dalam darah menghambat aktivitas enzim amino *levulinic acidsynthetase* (ALAS), *amino levulinic acid dehydratase* (ALAD), dan *ferrochelataze* serta dapat menghasilkan *reactive oxygen substance* (ROS) yang dapat menyebabkan hemolisis (Bagaswoto, *et al.*, 2015). Tingkat akumulasi paparan timbal pada anak-anak umumnya lebih tinggi daripada pada orang dewasa (Ajumobi, *et al.*, 2014). Penelitian Sihao Lin (2011) pada anak-anak di daerah Pedesaan China Menyebutkan bahwa 87% mengalami peningkatan kadar timbal (>10 µg/dL) dan 25%

memiliki kadar lebih dari 25 µg/dL. Sejalan dalam penelitian ini Goel dan Chowgule (2019) anak-anak yang lebih muda jauh lebih rentan daripada rekan-rekan mereka yang lebih tua terhadap kadar timbal dalam darah serupa yang menunjukkan lebih tinggi kerentanan di dalamnya. Anak-anak lebih rentan terhadap paparan timbal karena lebih berisiko menelan timbal dari lingkungan melalui mulut, penyerapan dari saluran pencernaan lebih tinggi pada anak-anak daripada orang dewasa dan sistem saraf anak-anak yang sedang berkembang dianggap lebih rentan terhadap efek racun timbal daripada orang dewasa (Koller, *et al.*, 2004).

Timbal di kawasan industri dan kawasan pinggiran kota yang tinggal di kawasan industri kadar timbal cukup lebih tinggi daripada diperkotaan. Keracunan timbal pada anak-anak menunjukkan peningkatan dari usia 0 sampai 6 tahun zona tercemar timbal di udara adalah 75-100 cm di atas tanah, yang merupakan kisaran ketinggian untuk anak-anak normal 5-6 tahun. Dosis paparan timbal pernapasan anak-anak adalah 16 kali lebih tinggi daripada orang dewasa. Anak-anak laki-laki yang kadar timbal lebih tinggi keracunan timbal terletak pada karakteristik kepribadian aktif dan pola perilaku seperti nakal, aktif dan kebiasaan kesehatan yang buruk yang menempatkan mereka pada risiko yang lebih tinggi untuk keracunan timbal (Wang & Zhang, 2007).

Efek timbal terhadap anak-anak yang terpapar dapat menyebabkan penyakit

multisistemik dengan gejala non spesifik pada kelainan neurologis, seperti penurunan IQ (*intelligence quotient*), ketidakmampuan belajar, pertumbuhan yang lambat, hiperaktif, perilaku antisosial, pendengaran terganggu hingga dapat menyebabkan ADHD (*Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder*). Timbal mengganggu berbagai proses tubuh dan beracun bagi banyak organ dan masalah, termasuk sistem saraf pusat 2-4. Pencemaran timbal berkontribusi pada 0,2% kematian dan risiko umur hidup yang hilang akibat kecacatan (*disability-adjusted life year*) sebesar 0,6% di seluruh dunia. Secara global 98% orang dewasa dan 99% anak-anak berisiko terpapar timbal baik di negara berpendapatan tinggi maupun berpendapatan rendah. Penekanan larangan merusak dan mengeksploitasi alam tanpa memperhatikan pemeliharannya dinyatakan dalam Alquran Surat Ar-Rum (30): 41-42 berikut ini:

*“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah: “Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (QS. Ar Rum 41-42).*

Ayat tersebut dengan jelas menyatakan bahwa segala

kerusakan di muka bumi ini adalah akibat ulah manusia yang akibatnya akan kembali kepada manusia itu sendiri. Logam timbal sangat berbahaya bagi kesehatan terutama pada anak-anak karena lebih beresiko terpapar timbal. Beberapa uraian penelitian di atas menjelaskan beberapa faktor serta dampak yang menyebabkan kandungan timbal dalam darah pada anak-anak. Berdasarkan latar belakang di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dampak resiko paparan timbal industri pada anak-anak.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah kajian pustaka atau *literature review*. Metode pengumpulan data pustaka atau obyek penelitiannya didapatkan melalui jurnal ilmiah dan pencarian elektronik mencakup tiga database, researchgate, PubMed, dan Google Scholar terbitan tahun 2012-2022 yang dapat di akses *fulltext* dalam format pdf. Strategi pengumpulan data menggunakan pola PICO. Kriteria skrining menggunakan metode PRISMA. Analisis data menggunakan metode *Critical Appraisal Tools*.

## III. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini didapatkan dari pencarian *literature* melalui internet menggunakan dua database yaitu *pubmed*, *google scholar* dan *Researchgate*. Pencarian dilakukan dengan kata kunci sesuai dengan strategi pencarian. Pada saat melakukan pencarian *literature* maka dilakukan screening judul dengan

penelitian yang sesuai. Pencarian menyeluruh dilakukan dari database tersebut. Penelitian yang jurnalnya diambil antara lain dari Negara Thailand, Bhutan, Indonesia, USA, Korea, Colombia, Brazil, dan China.

**Tabel 1 Analisis Lingkungan Tempat Tinggal Terpapar Timbal**

No	Negara	Penulis	Lingkungan tempat tinggal terpapar timbal
1	Thailand	Swaddiwudhipong <i>et al.</i> , (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaminasi baterai bekas, dalam rumah</li> <li>• Tempat makanan yang terbuat dari logam</li> <li>• Produk kosmetik</li> </ul>
2	Bhutan	Erbele <i>et al.</i> , (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faktor musim semi 105 (70,4%)</li> <li>• Faktor lokasi di kota Thimphu</li> </ul>
3	United states	Ahrens <i>et al.</i> , (2016)	Perumahan yang standar
4	Kosova	Murtezani <i>et al.</i> , (2019)	Lokasi penambangan
5	Columbia	Alvarez-Ortega <i>et al.</i> , (2019)	Wilayah perindustrian
6	Brazil	Menezes-Filho <i>et al.</i> , (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lokasi tempat tinggal dekat industri,</li> <li>- lingkungan perokok</li> <li>- dekat dengan lokasi pembakaran limbah domestik</li> </ul>
7	USA	Soldin <i>et al.</i> , (2013)	Wilayah Kota Industri
8	Korea	Cao <i>et al.</i> , (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- faktor perokok oleh pengasuh anak</li> <li>- lokasi rumah yang dekat dengan bengkel,</li> <li>- sekolah yang dekat dengan bengkel</li> <li>- kebiasaan makanan gorengan</li> </ul>
9	China	Iriani <i>et al.</i> , (2012)	Sumur tambang
10	Indonesia	Cunha <i>et al.</i> , (2015)	-Faktor lingkungan sumur minyak -sungai tercemar timbal
11	Brazil	Kriswedhani, (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pencemaran industri,</li> <li>- Sisa pembakaran tidak sempurna</li> <li>- Bahan bakar kendaraan bermotor</li> <li>- Penggunaan Cat</li> </ul>
12	Indonesia	Irawati <i>et al.</i> , (2012)	Industri daur ulang
13	Indonesia	Hautman <i>et al.</i> , (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paparan timbal dari cat interior</li> <li>- Kebiasaan makan dengan tangan</li> <li>- Debu disekitar anak-anak yang telah terkontaminasi timbal akibat pembakaran logam atau baterai, pelelehan timah dll</li> </ul>

Hasil paparan timbal pada anak-anak paling tinggi sebesar 20 µg/dl hal ini terjadi akibat paparan benda yang mengandung timbal di sekitar tempat tinggal atau lingkungan anak-anak. Hasil penelitian menyebutkan potensi besar terpapar timbal adalah lingkungan dengan banyaknya baterai bekas dan lingkungan industri disekitar tempat tinggal. Selain itu tempat tinggal yang tidak jauh dari lokasi penambangan atau pembakaran limbah domestik menjadi penyebab banyaknya anak-anak terpapar timbal secara langsung. Analisis yang disajikan dalam tabulasi silang diketahui bahwa beberapa varian tempat tinggal yang tinggi resiko terpapar

timbal adalah penggunaan kosmetik oleh orang tua anak-anak, musim, lokasi rumah dekat dengan perindustrian, pertambangan, keluarga atau lingkungan perokok, serta tempat tinggal yang tidak jauh dari tempat pembakaran limbah domestik. Hasil analisis jurnal yang dirinci pada tabel uraian kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan jenis kelamin:

**Tabel 1. Kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan variasi jenis kelamin**

No Jurnal	Umur (Tahun)	Laki-laki	Perempuan	Nilai timbal
1 (Swaddiwudhipong <i>et al.</i> , 2014)	1-14 th	177	150	Kadar timbal $\geq 10 \mu\text{g/dL}$
2 (Erbele <i>et al.</i> , 2019)	1-4 th	153	134	$\geq 5 \mu\text{g/dL}$
3 (Ahrens <i>et al.</i> , 2016)	1-5 th	65,4	34,6	$\geq 5 \mu\text{g/dL}$
4 (Murtezani <i>et al.</i> , 2019)	0 bin - 13 th	180	151	$\geq 10 \mu\text{g/dL}$ $15,9 \mu\text{g/dL}$
5 (Alvarez-Ortega <i>et al.</i> , 2019)	5-16 th	260	294	6,4 hingga 10 g/dl
6 (Menezes-Filho <i>et al.</i> , 2012)	1-11 th	51,1	48,9	$1,20 \pm 1,20 \mu\text{g/dL}$
7 (Erbele <i>et al.</i> , 2019)	1-4 th	57	43,3	2,3-4,7 g/dl
8 (Soldim <i>et al.</i> , 2013)	7-15 th	49,6	50,4	5,2-5,6 $\mu\text{g/dL}$
9 (Cao <i>et al.</i> , 2014)	0 bin - 6 th	1186	1105	5,56 $\mu\text{g/dL}$
10 (Iriani <i>et al.</i> , 2012)	6-7 th	56	52	10 $\mu\text{g/dL}$
11 (Kriswedhami, 2015)	1-6 th	47,7	52,3	4-65 $\mu\text{g/dL}$
12 (Irawati <i>et al.</i> , 2022)	1-5 th	61	67	4-65 $\mu\text{g/dL}$
Total		3808	3807	

Tabel hasil diatas menunjukkan bahwa responden dengan jenis laki-laki lebih banyak ditemui terpapar timbal daripada perempuan. Hasil *literature review* didapatkan jumlah responden yang diketahui terpapar timbal dengan jenis laki-laki sebanyak 3808 dan responden dengan jenis kelamin perempuan sebanyak 3807. Data tersebut didapatkan dari 12 jurnal referensi yang kemudian diolah menggunakan aplikasi SPSS dengan bentuk data frekuensi.

Hasil analisis didapatkan tabulasi silang yang menggambarkan bahwa paparan timbal antara 5  $\mu\text{g/dL}$ -10  $\mu\text{g/dL}$

pada anak laki-laki sebanyak 75% dan hanya 25% anak perempuan yang rentan terpapar kadar timbal tinggi. Meski demikian wilayah tempat tinggal yang berkadar sedang juga menyebabkan terpaparnya timbal terutama pada anak laki-laki.

1. Tingkat paparan timbal industri pada anak-anak berdasarkan varian tempat tinggal.

Hasil analisis beberapa jurnal yang dilakukan peneliti dapat disimpulkan bahwa tingkat kadar timbal yang dapat mengkontaminasi pada anak-anak anak-anak tertinggi terdapat pada wilayah antarlain tempat tinggal yang berdekatan dengan industri terutama industri logam, tambang minyak, lingkungan dekat dengan kontaminasi polusi kendaraan atau pembakaran limbah industri. Hasil analisis jurnal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya tentang timbal atau lebih dikenal dengan nama plumbum merupakan logam yang memiliki empat bentuk isotop, berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5 °C dan titik didih pada 1740°C di atmosfer (Liu, *et al.*, 2013).

Timbal biasa tersebar dilingkungan daerah penambangan, limbah hasil pembakaran batu bara dan minyak serta pembarasan sampah. Penggunaan terbesar timbal dapat terjadi saat produksi baterai yang digunakan kendaraan (Swaddiwudhipong *et al.*, 2014). Timbal memiliki sifat lentur, sangat rapuh, mengkerut dan

pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Timbal dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat. Timbal merupakan logam yang tahan dengan korosi atau karat sehingga dapat menjadi bahan *coating*. Timbal sangat beresiko merugikan manusia terutama apabila terpapar pada anak-anak dapat menimbulkan kerusakan neurologis pada anak-anak, terjadinya anemia pada anak, gangguan syaraf, gangguan motorik kasar maupun halus dan juga menurunkan kecerdasan.

Salah satu penelitian menyatakan yang sangat rentan terpapar timbal berbahaya adalah anak-anak terutama yang tinggal pada negara berkembang. Kekurangan gizi juga memiliki dampak penyerapan timbal lebih cepat pada anak (Murtezani *et al.*, 2019). Dampak terpaparnya timbal juga dapat menurunkan kadar hemoglobin pada darah. Sangat memberikan pengaruh pada fisik, kecerdasan dan juga parameter hematologi, selain itu juga dapat menyebabkan peradangan apoptosis. Penelitian di Colombia menyatakan paparan timbal dapat terjadi pada wilayah yang memproduksi proses daur ulang baterai serta peleburan logam dalam suatu industri (Alvarez-Ortega *et al.*, 2019).

Penelitian lain juga menjelaskan bahwa paparan timbal dapat berasal dari wilayah yang dekat dengan lokasi industri terutama industri logam berat. Peningkatan timbal pada pencemaran lingkungan dapat diukur melalui udara

wilayah tersebut. Pengukuran timbal dalam darah manusia diukur dengan spektrometri serapan atom (SSA). Wilayah yang berisiko terpapar timbal antara lain tempat tinggal yang dekat dengan industri, lingkungan perokok, pembakaran limbah domestik serta faktor usia (Menezes Filho *et al.*, 2012).

Penelitian lain menyatakan resiko adanya timbal dapat berasal dari kendaraan baik bahan mobil ataupun bahan bakar, pelumas, pembersih cat. Dalam bidang pertanian seperti insektisida, pada bidang medis paparan timbal dapat berasal dari antijamur dan antiradiasi. Dampak dari terpaparnya timbal antarlain kesehatan fisik, mental serta kekebalan tubuh manusia menjadi terganggu selain itu berdampak pada perilaku social, kecerdasan manusia dan efek terhadap manusia dalam jangka lama (Tort *et al.*, 2018).

Hasil penelitian tersebut sesuai dengan teori milik Palar bahwa sumber timbal yang menyebabkan timbal menjadi polusi udara adalah pembakaran batu-bara, Polusi yang diakibatkan limbah industri, peleburan biji timbal, pembuatan bahan bakar kendaraan. Timbal yang besar risikonya adalah pada pembuangan gas kendaraan bermotor. Selain itu timbal dapat timbul dari industri perminyakan. Pada industri kendaranaan timbal dalam bentuk alkil timbal dapat menjadi pelumas kendaraan, sehingga kendaraan merupakan salah satu penyumbang timbal

bersama polusi udara (Palar, 2012).

## 2. Identifikasi kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan variasi jenis kelamin.

Berdasarkan hasil analisis dari 12 jurnal total jumlah responden laki-laki sebanyak 3808 dengan nilai rata-rata sebesar 317,34 yang memiliki standar deviasi sebesar 339,36 sedangkan responden dengan jenis kelamin perempuan sebanyak 3807 memiliki nilai rata-rata sebesar 316,32 dengan standar deviasi sebesar 302.

Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa anak-anak berjenis kelamin laki-laki lebih berpotensi terpapar timbal atau logam Pb. Logam Pb dapat membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan, logam Pb yang terhirup oleh manusia setiap hari akan diserap, disimpan dan kemudian ditampung dalam darah (Dessy, 2012). Mekanisme masuknya timbal ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernafasan, oral, ataupun langsung melalui permukaan kulit (Naria, 2005).

Anak-anak lebih rentan terhadap paparan timbal karena anak-anak lebih berisiko menelan timbal dari lingkungan melalui mulut, penyerapan dari saluran pencernaan lebih tinggi pada anak-anak daripada orang dewasa dan sistem saraf anak-anak yang sedang berkembang dianggap lebih rentan terhadap efek racun timbal daripada orang dewasa (Koller *et al.*, 2004).

Hasil analisis menunjukkan jumlah frekuensi

anak-anak yang terpapar timbal berdasarkan jenis kelamin. Berdasarkan dari 12 jurnal total jumlah responden laki-laki sebanyak 3808 dengan nilai rata-rata sebesar 317,34 yang memiliki standar deviasi sebesar 339,36 sedangkan responden dengan jenis kelamin perempuan sebanyak 3807 memiliki nilai rata-rata sebesar 316,32 dengan standar deviasi sebesar 302. Hasil penelitian sejalan dengan penelitian ini menyatakan bahwa anak-anak berjenis kelamin laki-laki lebih berpotensi terpapar timbal atau logam Pb.

Logam Pb dapat membahayakan kesehatan dan merusak lingkungan, logam Pb yang terhirup oleh manusia setiap hari akan diserap, disimpan dan kemudian ditampung dalam darah (Dessy, 2012). Keracunan timbal pada anak-anak menunjukkan peningkatan dari usia 0 sampai 6 tahun zona tercemar timbal di udara adalah 75-100 cm di atas tanah, yang merupakan kisaran ketinggian untuk anak-anak normal 5-6 tahun, dosis paparan timbal pernapasan anak-anak adalah 16 kali lebih tinggi daripada orang dewasa. Hasil penelitian dari berbagai literature tentang kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan jenis kelamin dapat diketahui bahwa resiko tertinggi pada anak-anak berjenis kelamin laki-laki.

Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya didapatkan bahwa anak laki-laki memiliki rata-rata kadar timbal lebih tinggi daripada perempuan, perbedaan ini dipengaruhi oleh perilaku laki-

laki seperti beraktifitas diluar ruangnya akan lebih beresiko terpapar timbal. Selain itu anak laki-laki jarang bahkan tidak pernah memperhatikan tentang perawatan atau kesehatan, sedangkan anak perempuan lebih suka beraktifitas didalam ruangan sehingga beresiko lebih kecil dibandingkan laki-laki (Cao *et al.*, 2014).

Penelitian lain juga menemukan bahwa anak laki-laki cenderung terpapar kadar timbal lebih tinggi dari perempuan, hal ini disebabkan kontaminasi saat bermain diluar ruangan terutama ketika menyentuh tanah yang kemudian terkena mulut. Perilaku anak laki-laki yang lebih menyukai ekspole lingkungan dapat bereisiko terkena anak-anak seperti makanan dan air minum kontaminasi dari peralatan memasak, peralatan rumah tangga seperti alat pembersih rumah (Swaddiwudhipong *et al.*, 2014).

Penelitian lain menemukan hal yang sama bahwa anak laki-laki lebih rentan terpapar timbal dibandingkan anak perempuan hal ini terkait lingkungan tempat tinggal termasuk dalam area pertambangan biji logam dan peleburan sehingga dapat mengkontaminasi anak-anak saat bermain diluar ruangan. Pada penelitiannya juga mengemukakan bahwa paparan timbal dapat terjadi ketika makan dengan menggunakan tangan, adanya cat rumah disekitar anak-anak, adanya daur ulang baterai. Prevelensi ini dapat mengalami

penurunan seiring usia seseorang (Erbele. *et al.*, 2019).

Anak-anak yang terpapar timbal dari lingkungan dapat diperoleh dari konsentrasi udara sehingga masuk dalam pernafasan anak, hal ini akan mengurangi kesehatan dan kecerdasan anak-anak. Pencegahan dapat dilakukan dengan adanya edukasi kepada orang tua dan anak, kemudian dilakukan peningkatan kebersihan baik di rumah maupun di lingkungan sekitar rumah serta peningkatan nutrisi bagi anak-anak (Murtezani *et al.*, 2019).

Beberapa analisis jurnal diatas anak dengan jenis kelamin laki-laki lebih rentan terkontaminasi kadar timbal dibandingkan anak perempuan, hal ini dapat terjadi karena anak laki-laki lebih menyukai aktifitas di luar ruangan. Anak-anak yang terkena timbal dapat berasal dari sistem pernafasan dengan terhirupnya kadar timbal pada udara. Timbal yang terhirup pada saat bernafas sebagian besar masuk kedalam pembuluh darah dan juga paru-paru.

Selain itu timbal diperoleh saat anak-anak mengkonsumsi makanan dan minuman yang telah tercemar kadar timbal akibat dari penggunaan peralatan masak namun kadar timbal dapat keluar bersama tinja. Selain pernafasan dan makanan, penetrasi pada lapisan kulit juga dapat terjadi adanya penyerapan lewat kulit timbal dapat masuk sebab larut dalam minyak dan lemak. Sehingga disarankan anak-anak untuk mampu meningkatkan

nutrisi dalam tubuh anak-anak agar dapat mencegah terserapnya timbal.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian *literature review* menyimpulkan bahwa

1. Tingkat paparan timbal industri pada anak-anak berdasarkan varian tempat tinggal didapatkan tingkat kadar timbal pada anak-anak tertinggi terdapat pada wilayah yang tempat tinggal berdekatan dengan industri.
2. Identifikasi kadar timbal industri pada anak-anak berdasarkan variasi jenis kelamin menemukan bahwa anak dengan jenis kelamin laki-laki lebih rentan terkontaminasi kadar timbal dibandingkan anak perempuan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ahrens, Katherine A., Barbara A. Haley, Lauren M. Rossen, Patricia C. Lloyd, and Yutaka Aoki. 2016. "Housing Assistance and Blood Lead Levels: Children in the United States, 2005-2012." *American Journal of Public Health* 106(11):2049-56. doi: 10.2105/AJPH.2016.303432.

Alvarez-Ortega, Neda, Karina Caballero-Gallardo, and Jesus Olivero-Verbel. 2019. "Toxicological Effects in Children Exposed to Lead: A Cross-Sectional Study at the Colombian Caribbean Coast."

*Environment International* 130(May):104809. doi: 10.1016/j.envint.2019.05.003.

Bagaswoto, H. P., Sutaryo., & Nugroho, S. (2015). Korelasi Kadar Timbal dalam Darah dengan Kadar Hemoglobin pada Anak Usia 1-6 tahun. *Jurnal Sari Pediatri*, 17(4), 297-301.

Cao, Jia, Minming Li, Yu Wang, Guangjun Yu, and Chonghuai Yan. 2014. "Environmental Lead Exposure among Preschool Children in Shanghai, China: Blood Lead Levels and Risk Factors." *PLoS ONE* 9(12):1-9. doi: 10.1371/journal.pone.0113297.

Chandra B.2005. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Cunha, F. G., B. R. Figueiredo, M. B. Paoliello, and A. M. Sakuma. 2005. "Human and Environmental Lead Contamination in the Upper Ribeira Valley Southeastern Brazil." *Terrae* 2(January):28-36.

Dessy, Gusnita.2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensi Bertimbal. Berita Dirgantara Vol. 13 No. 3 September 2012:95-101

Erbele, Phillip, Deki Pem, Phensum Tobgay, Sonam Pelden, Mongal S. Gurung, Sonam Ugen, and Krista

- Erbele. 2019. "Blood Lead Levels in Children 2 through 59 Months Old in Bhutan." *Bhutan Health Journal* 5(2):7–14. doi: 10.47811/bhj.83.
- Grant, LD., 2009. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ. Lead and Its Compound. In Morton Lipmana, Environmental Toxicant, Human Exposure and their health Effect
- Hauptman, Marissa, Rebecca Bruccoleri, and Alan D. Woolf. 2017. "An Update on Childhood Lead Poisoning." *Clin Pediatric Emerg Med* 176(12):139–48. doi: 10.1016/j.cpem.2017.07.010.
- An.
- Irawati, Yana, Haryoto Kusnoputranto, Umar Fahmi Achmadi, Ahmad Safrudin, Alfred Sitorus, Rifqi Risandi, Suradi Wangsamuda, Puji Budi Setia Asih, and Din Syafruddin. 2022. "Blood Lead Levels and Lead Toxicity in Children Aged 1-5 Years of Cinangka Village, Bogor Regency." *PLoS ONE* 17(2 February):1–13. doi: 10.1371/journal.pone.0264209.
- Iriani, Dewi U., Takehisa Matsukawa, Muhammad K. Tadjudin, Hiroaki Itoh, and Kazuhito Yokoyama. 2012. "Cross-Sectional Study on the Effects of Socioeconomic Factors on Lead Exposure in Children by Gender in Serpong, Indonesia." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 9(11):4135–49. doi: 10.3390/ijerph9114135.
- Kriswedhani, Gusti Ayu Putu. 2015. "Lead Poisoning in Children." *Majority* 4(2):18–24.
- Koller K, Brown T, Spurgeon A, Levy L. *Perkembangan terkini dalam paparan timbal tingkat rendah dan gangguan intelektual pada anak*. Perspektif Kesehatan Lingkungan 2004;112(9): 987-94.
- Menezes-Filho, José Antonio, Gustavo Freitas De Sousa Viana, and Ciro Rodrigues Paes. 2012. "Determinants of Lead Exposure in Children on the Outskirts of Salvador, Brazil." *Environmental Monitoring and Assessment* 184(4):2593–2603. doi: 10.1007/s10661-011-2137-0.
- Murtezani, Ardiana, Bernard Tahirbegolli, Adnan Bozalija, Edita Alili-Idrizi, and Zana Ibraimi. 2019. "Blood Lead Level of Children and Its Trend in Mitrovica, Kosova." *Journal of Child Science* 9(1):E84–89. doi: 10.1055/s-0039-1693515.
- Palar, Heryando. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Siwiendrayanti, A., E. Pawenang, and E. Widowati. 2016. *Toksikologi*. Semarang: Cipta Prima Nusantara.
- Sihao Lin.att all,. 2011. *Polusi Timbal Lingkungan dan Peningkatan Kadar Timbal*

Darah di antara Anak-anak  
di Daerah Pedesaan China.  
Jurnal Kesehatan  
Masyarakat *Amerika* / Mei  
2011, Vol 101, No. 5.

Soldin, Offie Porat, Brian Hanak,  
and Steven J. Soldin. 2013.  
“Blood Lead Concentrations  
in Children: New Ranges.”  
*NIH Public Acces* 23(1):1–7.

Swaddiwudhipong, Witaya,  
Suporn Kavinum,  
Ratchadaporn Papwijitsil,  
Worawit Tontiwattanasap,  
Wanlee Khunyotying,  
Jiraporn Umpan,  
Ratchaneekorn Boonthum,  
Yingyot Kaewnate, Sasis  
Boonmee, Winai Thongchub,  
and Thassanee Rodsung.  
2014. “Personal and  
Environmental Risk Factors  
Significantly Associated with  
Elevated Blood Lead Levels  
in Rural Thai Children.”  
*Southeast Asian Journal of  
Tropical Medicine and Public  
Health* 45(6):1492–1502.

Tort, Borany, Youn Hee Choi, Eun  
Kyong Kim, Yun Sook Jung,  
Mina Ha, Keun Bae Song, and  
Young Eun Lee. 2018. “Lead  
Exposure May Affect  
Gingival Health in Children.”  
*BMC Oral Health* 18(1):1–7.  
doi: 10.1186/s12903-018-  
0547-x.

Wang SQ, Zhang JL. Kadar timbal  
darah pada anak-anak,  
Cina. *Res Lingkungan*  
2006;101:412-8