

HUBUNGAN KADAR TIMBAL (Pb) UDARA DENGAN KADAR TIMBAL (Pb) DALAM DARAH PADA PEKERJA PENGECATAN INDUSTRI KAROSERI DI SEMARANG

Mustafiroh Kasanah, Onny Setiani, Tri Joko

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Diponegoro

Email: mustafiroh15@gmail.com

Abstract : Lead (Pb) is one of the pollutant in the air, in small quantities these particles can cause poisoned. Workers at painting section are very risky of lead exposure that contained in paint in the workplace. This study aims to determine the correlation of air lead (Pb) levels and blood lead (Pb) levels among workers in Karoseri industry Semarang. This study used observational research with cross sectional approach. The population study were workers at painting sector in Karoseri industry Semarang with sample of 34 workers. Data analysis using Rank Spearman correlation test. The measurement results showed that the mean of air lead (Pb) levels in the painting workplace section in Karoseri industry Semarang was within normal limits (0.05 mg/m^3) is $0.00336 \pm 0.00346 \text{ mg/m}^3$. The mean blood lead (Pb) levels among workers has exceeded the normal limit ($\leq 10 \text{ mg/dl}$) is $34.4 \pm 16.7 \text{ mg/dl}$ and 85.3% of respondents had higher blood lead (Pb) levels exceeded normal limit ($\leq 10 \text{ mg /dl}$). Statistical analysis showed no correlation between air lead (Pb) levels with blood lead (Pb) levels among workers at painting section in Karoseri industry Semarang ($p \text{ value} = 0.403$). Suggestions for company, take measurement of the ambient air lead (Pb) levels and blood lead (Pb) levels on a regular basis, once a year. For workers are expected to use Personal Protective Equipment (PPE) in accordance with Indonesian National Standard (SNI).

Keyword: Air Lead (Pb) Levels, Blood Lead (Pb) Levels, Painting Workers in Industry

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pencemaran udara di Indonesia cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya proses industrialisasi. Salah satunya yaitu meningkatnya industri transportasi. Berkembangnya industri transportasi di Indonesia mempengaruhi juga perkembangan industri karoseri atau perakitan bus. Industri karoseri merupakan industri perakitan bus mulai dari pembuatan rangka bus, pengeplatan, pendempulan, pengecatan, pemasangan interior dan finishing.¹

Pekerjaan di bagian pengecatan bus merupakan salah satu jenis pekerjaan yang beresiko besar untuk mengalami gangguan kesehatan, hal ini dikarenakan cat yang digunakan mengandung beberapa bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan, seperti *cadmium*, *chromium*, *plumbum*, merkuri, *acrylic resin*, *isocyanate* dan pelarut *toluene* yang terbukti dapat mengakibatkan gangguan fungsi paru apabila bahan-bahan tersebut masuk ke dalam saluran pernafasan.²

Timbal atau *plumbum* merupakan salah satu pencemar di udara memiliki bentuk partikel yang sering dikenal dengan debu-debu metalik. Debu-debu tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan atau makanan. Walaupun dalam jumlah kecil, partikel tersebut dapat menyebabkan keracunan.³

Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui berbagai cara yaitu melalui saluran pernafasan (*inhalasi*), saluran pencernaan (*oral*), maupun kontak kulit (*dermal*).⁴ Timbal yang terhirup dan masuk melalui sistem pernafasan akan ikut beredar bersama darah ke seluruh jaringan dan organ tubuh, selanjutnya akan

mengendap di dalam darah. Akumulasi timbal dalam darah akan menyebabkan berbagai dampak buruk.⁵ Timbal mempunyai efek toksik yang luas pada manusia dan dapat merusak sistem syaraf, saluran pencernaan, menurunkan fertilitas, dan dapat merusak fungsi ginjal.⁶

Senyawa timbal yang paling umum digunakan dalam cat berupa pigmen yang memberi warna pada cat. Senyawa timbal yang umum dipakai sebagai pigmen meliputi: timbal kromat, timbal oksida, timbal molibdat, dan timbal sulfat. Senyawa-senyawa tersebut berguna memberi warna cerah seperti kuning, merah dan hijau. Pigmen yang mengandung Pb yang paling umum digunakan dalam cat meliputi Pb kromat ($PbCrO_4$), Pb kromatmolibdat ($Pb_2Cr_2HO_2O_{11}$), dan Pb sulfat ($PbSO_4$). Senyawa Pb juga dapat digunakan sebagai agen pengering dan katalis pada cat berdasar minyak, agar cat lebih cepat kering dan tersebar merata. Agen anti-korosi berdasar Pb kadang digunakan dalam cat yang berfungsi menghambat perkaratan pada permukaan logam, umumnya berupa Pb tetroksida yang disebut juga Pb merah atau *minium*.⁷

Proses pengecatan di karoseri dilakukan dengan sistem semprot (*spray*) dalam ruangan terbuka, namun untuk tahap pengecatan tertentu dilakukan di sebuah ruangan khusus semacam oven dengan suhu sekitar 60°C, yang biasa disebut dengan *spraybooth*. Prosesnya dilakukan manual dengan tenaga manusia, sehingga untuk mengecat sebuah bus besar dibutuhkan 2-3 orang agar daya tutupnya merata antara semua sisinya. Hal tersebut membuat lingkungan menjadi panas dan lembab. Proses pengecatan dengan teknik *spray* menyebabkan partikel timbal menyebar di udara ambien dan dapat terabsorpsi oleh

pekerja yang berada di lingkungan kerja tersebut.

Kadar Pb dalam darah dapat merupakan petunjuk langsung jumlah Pb yang sesungguhnya masuk ke dalam tubuh. Oleh sebab itu, kadar Pb dalam darah merupakan parameter pemajanan yang sering dipakai dalam kaitannya dengan pajanan eksternal.

Di Indonesia penelitian oleh Rizkiani (2004) menunjukkan adanya kandungan timbal dalam darah pekerja pengecatan di industri pengecatan mobil informal di Karasak, Bandung.⁸ Di Malaysia penelitian oleh Ayub pada tahun 2005 menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna antara Pb darah dengan Pb udara di industri pembuatan baterai di Selangor, Malaysia.⁹

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kadar timbal (Pb) udara dengan kadar Timbal (Pb) dalam darah pada pekerja pengecatan industri karoseri di Semarang.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian observasional dengan menggunakan pendekatan *cross sectional* karena mempelajari korelasi antara faktor risiko dengan efek yang ditimbulkan dengan melakukan pengukuran sesaat.¹⁰

Populasi dari penelitian ini adalah semua pekerja pengecatan industri karoseri di Semarang yang berjumlah 53 orang. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 34 orang pekerja pengecatan dengan menggunakan teknik *simple random sampling*.

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan cara pemeriksaan laboratorium, observasi dan wawancara kuesioner kepada responden. Analisis data

menggunakan analisis univariat dan bivariat. Variabel yang dianalisis univariat adalah umur, status gizi, kebiasaan merokok, lama kerja, suhu, kelembaban, dan kadar timbal (Pb) udara. Analisis bivariat meliputi uji korelasi digunakan untuk menganalisis hubungan antara kadar timbal (Pb) udara dengan kadar timbal (Pb) dalam darah pada pekerja pengecatan industri karoseri di Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden

responden penelitian ini yaitu pekerja bagian pengecatan industri karoseri di Semarang yang berjenis kelamin laki-laki dengan umur antara 19-54 tahun dan rerata umur $34,65 \pm 10,9$ tahun. Tabel 1. Menunjukkan proporsi umur terbanyak berada pada rentang umur 16-25 tahun. Rerata status gizi responden adalah 21,34 kg/m² dengan standar deviasi 3,568 kg/m² dan sebagian besar responden memiliki kategori status gizi normal yaitu sebanyak 23 orang pekerja. Meskipun demikian ditemukan 6 orang memiliki status gizi kurus dan 5 orang memiliki status gizi gemuk

Tabel 1. Karakteristik Pekerja Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

Variabel	F	%
Umur		
16-25	12	35,3
26-35	5	14,7
36-45	11	32,4
46-55	6	17,6
Status Gizi		
Kurus	6	17,6
Normal	23	67,6
Gemuk	5	14,7
Kebiasaan Merokok		
Merokok	20	58,8
Tidak Merokok	14	41,2
Lama Kerja		

>8 jam/hari	4	11,8
≤8 jam/hari	30	88,2

Responden yang memiliki kebiasaan merokok sebanyak 20 orang, sedangkan responden yang tidak merokok sejumlah 14 orang. Rata-rata lama kerja responden adalah 8,21 jam/hari dengan standar deviasi sebesar 1,175 jam/hari. Lama kerja paling sedikit adalah 4 jam/hari, sedangkan paling lama adalah 11 jam/hari.

B. Karakteristik Lingkungan Fisik

Tabel 2. Karakteristik Lingkungan Fisik Industri Karoseri di Semarang

Titik Sampel	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kadar Pb Udara (mg/m ³)
Epoxy Primer	31,6	65,6	0,0008
Stripping	29,3	73	0,0077
Epoxy Interior	32,2	63,3	0,0004

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) di udara ambien bagian pengecatan Industri karoseri berkisar antara 0,0004-0,0077 mg/m³. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja yaitu sebesar 0,05 mg/m³, hal ini memperlihatkan bahwa kadar timbal (Pb) di udara ambien bagian pengecatan Industri karoseri masih memenuhi NAB yang ada.

Kadar timbal (Pb) udara tertinggi sebesar 0,0077 mg/m³ terletak pada lokasi *stripping*, hal ini disebabkan aktivitas pengecatan lebih banyak dilakukan pada proses *stripping* dimana proses pengecatan menggunakan beragam warna cat dan dilakukan di luar oven dengan teknik *spray* sehingga partikel cat menyebar di udara. Keberagaman warna cat mempengaruhi jumlah partikel timbal yang terdispersi ke

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) di udara ambien bagian pengecatan Industri karoseri berkisar antara 0,0004-0,0077 mg/m³. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas faktor fisika dan kimia di tempat kerja yaitu sebesar 0,05 mg/m³, hal ini memperlihatkan bahwa kadar timbal (Pb) di udara ambien bagian pengecatan Industri karoseri masih memenuhi NAB yang ada.

udara, karena tiap warna cat memiliki kadar timbal yang berbeda-beda, kadar timbal paling tinggi cenderung terdapat pada cat warna kuning dan oranye.⁷

Suhu udara, tekanan udara yang tinggi, dan rendahnya kelembaban udara akan menyebabkan semakin meningkatnya bahan pencemar Pb ke udara, karena dalam kondisi yang kering partikel Pb akan semakin banyak melayang-layang tersebar di udara. Sebaliknya, jika suhu udara dan tekanan rendah serta kelembaban tinggi maka partikel Pb akan lebih mudah mengendap ke bawah/permukaan dasar lantai.¹¹

Meskipun kadar timbal (Pb) udara masih dibawah nilai ambang batas, namun mengingat produksi bus yang berlangsung kontinyu dan dalam jangka waktu yang lama memungkinkan timbal (Pb) memajan ke lingkungan kerja.

C. Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Pekerja Bagian Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

Tabel 3. Kadar Timbal dalam Darah Pekerja Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

Kadar Pb Darah	f	%
Tidak Normal (>10 µg/dl)	29	85,3
Normal (≤10 µg/dl)	5	14,7
Total	34	100

Batas maksimal kadar timbal (Pb) dalam darah menurut CDC's adalah 10 µg/dl. Tabel 3. menunjukkan bahwa pekerja bagian pengecatan industri karoseri di Semarang yang memiliki kadar timbal (Pb) dalam darah tidak normal (>10 µg/dl) yaitu sebanyak 29 orang, sedangkan pekerja yang memiliki kadar timbal (Pb) dalam darah normal (≤10 µg/dl) yaitu sebanyak 5 orang.

D. Hubungan Kadar Timbal (Pb) Udara dengan Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Pekerja Bagian Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

Tabel 4. Hubungan Kadar Timbal (Pb) Udara dengan Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Pekerja Bagian Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

	Koefisien korelasi (r)	Kadar Pb dalam Darah
Kadar Pb Udara	-0,148	
<i>p value</i>	0,403	
Jumlah (n)		34

hasil uji *spearman* menunjukkan nilai Koefisien korelasi (r) sebesar -0,148 dan *p value* sebesar 0,403 dimana nilai $p > 0,05$, sehingga dapat diartikan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar timbal (Pb) udara

dengan kadar timbal (Pb) dalam darah pada pekerja bagian pengecatan industri karoseri di Semarang.

Hasil pengukuran kadar timbal (Pb) udara di semua titik pengambilan sampel memiliki kadar timbal (Pb) udara dibawah Nilai Ambang Batas (NAB). Pada saat pemeriksaan kadar timbal (Pb) udara, tingkat produksi di industri karoseri rendah sehingga tidak banyak aktivitas pengecatan yang dilakukan. Namun jika dilihat nilai rata-rata kadar timbal (Pb) dalam darah pekerja yang sebesar 34,4 µg/dl termasuk dalam kategori tidak normal atau telah melebihi NAB yang ditetapkan.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan pada pegawai di terminal antar kota, bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar timbal (Pb) di udara dengan kadar timbal (Pb) dalam darah pada pegawai dinas perhubungan terminal antar kota Medan tahun 2008.¹² Penelitian lainnya oleh Dwilestari pada industri pengecatan mobil informal di Karasak, Bandung menunjukkan bahwa paparan Pb yang lebih kecil ternyata dapat memberikan nilai Pb dalam darah yang cukup besar, sebaliknya paparan Pb yang tinggi tidak selalu memberikan nilai Pb dalam darah yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh faktor manusia seperti frekuensi pengecatan dan masa kerja.¹³

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ayub pada pekerja industri pembuatan baterai di Malaysia, yang menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna antara Pb darah dengan Pb di udara. Selanjutnya dilakukan analisis regresi linier dan didapati Pb darah meningkat 0,22 µg/dl. Pb udara menyumbang sebanyak

66,3% variasi di dalam Pb darah.⁹Penelitian lainnya oleh Mulyadi menunjukkan bahwa ada pengaruh antara kadar Pb di udara terhadap kadar Pb darah, semakin tinggi paparan Pb di udara maka semakin tinggi pula kadar Pb darah.¹⁴

Meskipun kadar timbal di udara rendah, namun kadar timbal (Pb) dalam darah pekerja bagian pengecatan industri karoseri di Semarang sudah termasuk dalam kategori tidak normal atau berlebihan. Hal ini dapat terjadi karena pengukuran kadar timbal (Pb) udara hanya dilakukan satu kali saja dan pada saat aktivitas produksi sedang rendah, sehingga didapatkan hasil kadar timbal (Pb) udara yang rendah. Timbal (Pb) di udara akan diabsorpsi melalui saluran pernafasan sebesar ± 40%.¹⁵ Sebesar 95% Pb yang masuk akan diikat oleh sel darah merah, sehingga timbal (Pb) di udara menyumbang sebagian besar timbal (Pb) di dalam darah.¹⁶Ekskresi timbal dari tubuh sangat kecil meskipun *intake* timbal setiap harinya mengalami peningkatan, sehingga dapat terjadi akumulasi timbal dan meningkatkan kandungan timbal dalam tubuh. Selain itu timbal memerlukan waktu yang panjang untuk dapat menimbulkan keracunan.

E. Gambaran Keluhan Kesehatan Pekerja Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

Tabel 4. Keluhan Kesehatan Pekerja Pengecatan Industri Karoseri di Semarang

Keluhan Kesehatan	Ya		Tidak	
	f	%	f	%
Kelelahan	19	55,9	15	44,1
Sakit Kepala	18	52,9	16	47,1
Susah Tidur	15	44,1	19	55,9

Sakit Berkonsentrasi	19	55,9	15	44,1
Sakit Perut	7	20,6	27	79,4
Kehilangan Nafsu Makan	12	35,3	22	64,7

Keluhan kesehatan tertinggi yang dirasakan oleh pekerja bagian pengecatan industri karoseri di Semarang adalah kelelahan dan sulit berkonsentrasi sebanyak 19 orang (55,9%), keluhan kesehatan terbanyak kedua yang dirasakan oleh pekerja pengecatan yaitu sakit kepala sebanyak 18 orang (52,9%). Sedangkan untuk jenis keluhan kesehatan terendah yang dirasakan oleh pekerja pengecatan adalah sakit perut yaitu sebanyak 7 orang (20,6%).

Persenyawaan logam berat Pb dapat menyebabkan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh.¹⁶ Paparan logam berat Pb dapat menyebabkan gangguan pada sistem haemopoietik, sistem saraf, urinaria, *gastrointestinal*, *kardiovaskuler*, reproduksi, dan endokrin.¹⁷

Sistem *haemotopoetic* sangat peka terhadap efek timbal. Hal ini menghambat sintesis hemoglobin dan memperpendek umur sel darah merah sehingga akan menyebabkan anemia sehingga paparan timbal dapat menyebabkan hemolisa eritrosit dan menghambat pembentukan hemoglobin.¹⁸Efek paparan timbal lainnya yaitu dapat memberikan efek-efek toksik pada sistem saluran cerna, saraf dan ginjal. Efek yang sering terjadi pada saluran cerna berupa kolik usus (spasme usus halus). Pada sistem saraf efek timbal dapat menyebabkan kelainan berupa kelambanan dalam bertindak, menurunnya fungsi memori dan konsentrasi, depresi, sakit kepala, tremor, kejang-kejang, dan gangguan intelegensi.¹⁹

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Mengenai hubungan kadar timbal (Pb) udara dengan kadar Timbal (Pb) dalam darah pada pekerja pengecatan industri karoseri di Semarang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Responden yaitu pekerja bagian pengecatan industri Karoseri di Semarang dengan jenis kelamin laki-laki, umur antara 19-54 tahun. Sebagian besar pekerja memiliki status gizi normal (67,6%), memiliki kebiasaan merokok (58,8%) dan memiliki rata-rata lama kerja selama 8 jam/hari.
2. Rata-rata kadar timbal (Pb) di udara ambien sebesar $0,00336 \text{ mg/m}^3$, dengan rentang antara $0,0004-0,0077 \text{ mg/m}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) udara di bagian pengecatan industri karoseri masih memenuhi Nilai Ambang Batas ($0,05 \text{ mg/m}^3$).
3. Rata-rata kadar timbal (Pb) dalam darah pada pekerja pengecatan industri karoseri sebesar $34,4 \mu\text{g/dl}$, dengan rentang antara $5,18-68,43 \mu\text{g/dl}$. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar timbal (Pb) dalam darah telah melebihi Nilai Ambang Batas ($10 \mu\text{g/dl}$).
4. Tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar timbal (Pb) udara dengan kadar timbal (Pb) dalam darah pada pekerja bagian pengecatan industri karoseri di Semarang ($p = 0,403$).

DAFTAR PUSTAKA

1. Proses Pembuatan Body Bus di Karoseri Terbaru. (<http://www.karoseri-id.com/2013/05/proses-pembuatan-body-bus-di-karoseri.html>, diakses tanggal 7 Januari 2016)
2. Budiono. *Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengecatan Mobil* [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro, 2007.
3. Sumardjo D. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. Jakarta: EGC, 2009.
4. Suksmerri. *Dampak Pencemaran Logam Timah Hitam (Pb) terhadap Kesehatan*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Maret-September 2008; 200-202.
5. Hariono, B. *Efek pemberian plumbum (timah hitam) anorganik pada tikus putih (Rattus norvegicus)*. Bagian Patologi Klinik FKH UGM. 2005.
6. Darmono. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press, 2001.
7. Clark, S., Sara B., Yuyun I., Andita P., Jack W., Valerie D. *Lead levels in new enamel household paints from Asia*. Africa and South America Environmental Research. 2009. 109: 930-936.
8. Rizkiani, A. *Studi Paparan Timbal (Pb) pada Pekerja Pengecatan Mobil*. Laporan Tugas Akhir. Departemen Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. ITB. 2004.
9. Ayub, I. 2005. Aras Plumbum darah dan faktor-faktor yang mempengaruhi di kalangan pekerja kilang pembuat baterai. Jabatan kesihatan masyarakat, 2005 Jilid II
10. Sastroasmoro., Sudigdo., Ismael S. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Edisi ke-4. Jakarta: Sagung Seto. 2011.
11. Mardani, TR., Prabang S., Shanti L. *Kadar Timbal (Pb) dalam Darah dan Hubungannya dengan Kadar*

- Hb Darah Akibat Emisi Kendaraan Bermotor pada Petugas DLLAJ di Kota Surakarta.* Jurnal BioSMART, 2005. Vol.7 No.1, FMIPA UNS. ISSN: 1411-321X.
12. Girsang, E. Hubungan kadar timbal di udara ambien dengan timbal dalam darah pada pegawai Dinas Perhubungan Terminal Antar Kota Medan. Universitas Sumatera Utara, Medan. 2008.
13. Dwilestari, H., Katharina O. *Analisis Hematologi Dampak Paparan Timbal pada Pekerja Pengecatan (Studi Kasus di Industri Pengecatan Mobil Informal di Karasak, Bandung.* Program Studi Teknik Lingkungan. ITB, 2012.
14. Mulyadi., H.J Mukono., Haryanto N. *Paparan Timbal Udara terhadap Timbal Darah, Hemoglobin, Cystatin C Serum Pekerja Pengecatan Mobil.* Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2015 Vol. 11 No. 1. DOI <http://dx.doi.org/10.15294/kemas.v11i1.3519>
15. Saryan, L.A, Zenz.C. *Lead its Compounds, Occupational Medicine*, 3th Ed. London. Mosby. P.56-539, 1994.
16. Palar, H. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat edisi ke-2.* Rineka Cipta: Jakarta. 2008.
17. Wahyu, W., Astiana S., Rymond J. *Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran.* Yogyakarta: Penerbit ANDI. 2008.
18. Williams PLB, J.L. . *Industrial Toxicology: Safety and Health Applications in the Workplace.* New York: Van Nostrad Reinhold; 1985.
19. Anies. *Penyakit Akibat Kerja.* Jakarta.: Elex Media Komputindo; 2005.