

HUBUNGAN KADAR KADMIUM DALAM DARAH TERHADAP HEMOGLOBIN PADA PETUGAS LAS

Mastuti Widi Lestari*, Tasrif Ahmad, Sulasmi

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional,
Jl. Raya Solo - Baki, Bangorwo, Kwarasan, Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah 57552, Indonesia

*mastuti.widi@stikesnas.ac.id

ABSTRACT

Pekerja bengkel las berpotensi terpapar uap logam berat yang dihasilkan selama proses pengelasan. Salah satu uap logam berat yang dihasilkan dari industri pengelasan adalah kadmium (Cd). Cd masuk ke dalam jaringan dan menyebabkan stres oksidatif, sehingga salah satu akibatnya adalah penghambatan sintesis heme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar Cd dalam darah terhadap hemoglobin pada pekerja las. Metode: Penelitian ini merupakan penelitian cross-sectional dengan teknik purposive sampling. Analisis kadar Cd dalam darah menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), dan analisis kadar Hb menggunakan Fotometer Clima MC-15. Kadar Cd dan Hb yang diperoleh kemudian diuji korelasi menggunakan uji Rank Spearman Hasil: Hasil uji korelasi didapatkan nilai signifikansi 0,842, dimana nilai sig. $0,842 > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kadar Cd dengan kadar Hb. Diskusi: Penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa tidak ada hubungan kadar Cd dan kadar Hb dalam darah pekerja las. Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan memperluas cakupan wilayah dan memperketat kriteria responden seperti tidak merokok.

Keywords: cd; hemoglobin; hb; kadmium; pekerja las

THE CORRELATION OF BLOOD CADMIUM LEVELS TO HEMOGLOBIN IN WELDING WORKERS

ABSTRACT

Welding workshop workers have the potential to be exposed to heavy metal vapors produced during the welding process. One of the heavy metal vapors produced from the welding industry is cadmium (Cd). Cd enters the tissue and causes oxidative stress, so one of the consequences is inhibition of heme synthesis. This study aims to determine the correlation between Cd levels in the blood and hemoglobin in welding workers. Methods: This research is a cross-sectional study with a purposive sampling technique. Analysis of Cd levels in the blood using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), and analysis of Hb levels using a Clima MC-15 Photometer. The Cd and Hb levels were tested for correlation using the Spearman Rank correlation test. Result: The correlation test results a significance value is 0,842, where sig. value $0,842 > 0,05$. Discussion: This shows that there is no correlation between Cd levels and Hb blood levels in welding workers. This research needs to be continued by expanding the area coverage and tightening the criteria of respondents such as not smoking.

Keywords: cadmium; cd; hemoglobin; hb; welding workers

PENDAHULUAN

Pekerja bengkel las berpotensi terpapar uap logam berat. Salah satu uap logam berat yang dihasilkan dari industri pengelasan adalah Kadmium (Cd) (Sugiharto *et al.*, 2016). Faktor risiko yang diduga berhubungan dengan kadar Cd dalam darah antara lain adalah tingkat pendidikan, lama kerja, usia, aktivitas merokok, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) (Tsany, 2019). Jika dibandingkan dengan jenis logam berat lain, Cd merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki toksisitas tinggi (Rumahlata, 2012). Cd merupakan logam berat non-esensial, yaitu keberadaannya di dalam tubuh belum diketahui manfaatnya bahkan dapat bersifat lebih toksik dan berpotensi merugikan kesehatan (Sasongko *et al.*, 2017).

Paparan Cd pada manusia dapat terjadi melalui inhalasi dan pencernaan. Sebanyak 10-50% debu Cd yang terhirup diserap dalam tubuh, dan sekitar 5-10% Cd yang masuk melalui pencernaan akan diserap dalam tubuh, tergantung dari ukuran partikel. Absorpsi Cd di usus akan lebih besar pada orang yang mengalami defisiensi besi, kalsium, dan seng (Nordberg *et al.*, 2007; Bernhoft, 2013).

Setelah diadsorpsi, Cd ditransportasikan ke seluruh tubuh, biasanya berikatan dengan gugus sulfhidril, contohnya metalotionin. Sekitar 30% Cd yang berikatan, terendapkan di hati dan 30% di ginjal, sisanya didistribusikan ke seluruh tubuh (Argonne National Laboratories, 2001; Bernhoft, 2013). Waktu paruh Cd dalam darah sekitar 75-128 hari, namun waktu paruh ini menunjukkan deposit Cd di organ, bukan hilangnya Cd di seluruh tubuh (Bernhoft, 2013). Darah, rambut, dan urine tidak cukup mewakili jumlah Cd yang ada di dalam tubuh, dan hanya bisa mencerminkan paparan baru, seperti logam berat lain. Estimasi yang akurat kadar Cd dalam tubuh memerlukan tes provokasi urin (Bernhoft, 2012; Bernhoft, 2013). Cd masuk ke dalam jaringan melalui stres oksidatif dan menyebabkan penghambatan sintesis heme (Schauer *et al.*, 2010; Bernhoft, 2013). Gangguan biosintesis heme akan menyebabkan terjadinya gangguan pada pembentukan hemoglobin sehingga kadar hemoglobin yang terkandung dalam darah menurun (Pahlawan, 2014). Nilai rujukan kadar hemoglobin pada laki-laki 13-16 g/dL dan perempuan 12-14 g/dL (Gandasoebrata, 2013).

Pada penelitian Andjelkovic *et al.* (2019) menunjukkan paparan Cd pada Tikus Wistar mengakibatkan tren penurunan kadar hemoglobin, sel darah merah, dan hematokrit dibandingkan dengan kelompok kontrol. Pada penelitian Hounkpatin *et al.* (2013) menunjukkan penurunan yang signifikan kadar hemoglobin pada tikus Wistar yang disuntik CdCl₂ dan HgCl₂. Penelitian Suh *et al.* (2016) tentang prevalensi dan hubungan anemia dengan defisiensi besi (Iron Deficiency Anemia – IDA) terhadap kadar Cd dalam darah pada wanita Korea menunjukkan timbulnya IDA berkaitan dengan adanya kenaikan Cd dalam darah. Berdasarkan beberapa hasil penelitian terdahulu, perlu dilakukan penelitian terkait paparan Cd akibat aktivitas pengelasan terhadap kadar hemoglobin pada pekerja bengkel las. Paparan asam Cd pada pengelas dapat menimbulkan gangguan kesehatan, khususnya pada sintesis heme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar Cd dalam darah terhadap hemoglobin pekerja bengkel. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan pekerja bengkel las mengenai pentingnya penggunaan alat pelindung diri (APD) untuk meminimalisir dampak buruk dari paparan asap pengelasan yang mengandung Cd.

METODE

Penelitian ini menggunakan alat antara lain: Spektrofotometer Serapam Atom (SSA) (Shimadzu), Fotometer Clima MC-15 (Proline), vacuum tube EDTA, seperangkat alat destruksi, pemanas listrik, kuvet, dan mikropipet. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain: whole blood EDTA, reagen untuk pemeriksaan Cd, HNO₃ p.a, HClO₄ p.a, reagen Drabkin's untuk pemeriksaan hemoglobin. Penelitian ini merupakan penelitian analitik-observasional dengan cross-sectional. Teknik sampling adalah purposive sampling, dan didapatkan sebanyak 30 pekerja las di Kecamatan Laweyan Kota Surakarta yang sesuai dengan kriteria sampel. Kriteria tersebut antara lain: pekerja las, berusia 20-40 tahun, masa kerja ≥ 3 tahun, lama bekerja 5-10 jam/ hari, jarang atau tidak pernah menggunakan APD, dan bersedia menjadi subyek penelitian. Pada pemeriksaan Cd dalam darah menggunakan SSA, sebanyak 0,1 mL sampel wholeblood-EDTA didestruksi terlebih dahulu dengan campuran HNO₃ p.a (10 mL) dan HClO₄ p.a (2 mL) untuk menghilangkan senyawa organik yang ada dalam sampel. Sampel destruksi diencerkan dalam labu takar 100 mL dan diinjeksikan ke

dalam alat SSA pada panjang gelombang 283,3 nm. Kadar Cd normal dalam darah menurut Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) adalah $<0,315 \mu\text{g/L}$, atau $<0,000315 \text{ ppm}$.

Pemeriksaan kadar Hb dalam darah menggunakan metode cyanmethemoglobin dengan alat Fotometer Clima MC-15 (Proline). Metode cyanmethemoglobin bekerja berdasarkan prinsip konversi hemoglobin menjadi cyanmethemoglobin dengan cara penambahan kalium sianida dan ferisianida (reagen Dabkin's). Absorbansi diukur pada 540 nm menggunakan fotometer. Nilai rujukan untuk kadar hemoglobin normal pada laki-laki adalah 14-18 g/dL, dan untuk perempuan adalah 12-16 g/dL. Data kadar Cd dan Hb dalam darah pekerja las kemudian diuji korelasi Rank Spearman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran kadar Cd dan Hb ditampilkan pada tabel distribusi frekuensi Tabel 1.

Tabel 1.

Distribusi frekuensi kadar Cd dan Hb pada pekerja las (n=30)

	f	%
Kadar Cd		
Normal	0	0
>Normal	30	100
Kadar Hb		
Normal	26	86,67
<Normal	4	13,33
Aktivitas merokok		
Perokok pasif	1	3,33
Perokok ringan	2	6,67
Perokok sedang	19	63,33
Perokok berat	8	26,67

Tabel 1. dapat diketahui bahwa sebanyak 100% pekerja las memiliki kadar Cd diatas normal. Kadar Hb pekerja las ditemukan sebanyak 86,67% normal dan 13,33% di bawah normal. Hasil pemeriksaan kemudian dilakukan uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui sebaran data pada suatu kelompok data atan variable. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Uji normalitas Shapiro-Wilk (n=30)

Variable	Rata-rata Kadar	Nilai sig. Shapiro-Wilk
Kadar Cd	0,201 ppm	0,000
Kadar Hb	15,42 g/dL	0,138

Tabel 2 hasil uji normalitas menunjukkan bahwa pada data kadar Cd didapatkan signifikansi 0,000, dimana nilai signifikansi tersebut $< 0,05$. Artinya, data kadar Cd terdistribusi tidak normal. Untuk data kadar Hb, didapatkan signifikansi $> 0,05$. Artinya, data kadar Hb terdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji tersebut, maka uji korelasi dapat dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Rank Spearman. Hasil uji Rank Spearman ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

Uji korelasi Rank Spearman (n=30)

Keterangan	Sig.	Koefisien korelasi
Kadar Cd	0,842	-0,038
Kadar Hb		

Hasil uji korelasi Rank Spearman didapatkan nilai signifikansi 0,842, dimana hasil tersebut menunjukkan tidak ada hubungan antara kadar Cd dengan Hb dalam darah pekerja bengkel las (sig. 0,842 $> 0,05$). Tabel I. menunjukkan bahwa kadar Cd pada 30 (100%) pekerja bengkel las di Kecamatan Laweyan, Surakarta memiliki kadar Cd diatas nilai normal menurut

ATSDR. Beberapa studi juga menunjukkan tingginya kadar Cd dalam darah pada pekerja las. Penelitian Centintepe *et al.* (2017) pada 207 pekerja las pria di Ankara, Turki, didapatkan rata-rata kadar Cd darah sebesar 3,4 µg/L, dengan kadar tertinggi sebesar 5 µg/L dimiliki oleh pekerja dengan lama bekerja >4 jam per hari. Nilai tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol yang memiliki kadar Cd rata-rata 2,1 µg/L. Penelitian Baloch *et al.* (2020) menunjukkan kadar Cd darah pekerja las di dua kota daerah Pakistan rata-rata sebesar 7,18 µg/L untuk pekerja remaja dan 13,7 µg/L untuk pekerja dewasa.

Berdasarkan hasil analisis kadar Cd, terdapat lima responden yang memiliki kadar Cd tertinggi, yaitu sebesar: 3,849; 1,455; 0,315; 0,133; 0,063 ppm. Kelima responden tersebut merupakan responden yang memiliki kebiasaan merokok sedang hingga berat dengan konsumsi >10 batang rokok per hari. Dalam hal ini aktivitas merokok dapat mempengaruhi kadar Cd dalam darah. Ganguly *et al.* (2018) menyatakan, Cd terdapat dalam tanaman tembakau, khususnya pada daunnya. Pada umumnya, jumlah Cd dalam daun tembakau antara 1-2 µg/g dan pada rokok sebesar 0,5-1 µg/batang rokok. Pembakaran rokok menghasilkan CdO yang kemudian diserap oleh jaringan paru-paru dan atau ikut ke peredaran darah. Penyerapan Cd melalui inhalasi lebih cepat daripada melalui makanan, usus, dan menyebabkan Cd dalam darah cenderung lebih besar 4-5 kali. Sedangkan konsentrasi Cd dalam darah pada perokok tembakau 2-3 kali lebih besar dibandingkan non perokok.

Dalam penelitian ini, ditemukan tidak ada hubungan antara kadar Cd dengan kadar Hb. Namun, responden yang memiliki kadar Cd 0,315 ppm merupakan responden dengan kadar Hb terendah nomor dua. Penelitian Andjelkovic *et al.* (2019) menunjukkan dua kelompok tikus Wistar yang dipaparkan Cd memiliki kadar Cd yang lebih tinggi secara signifikan daripada kelompok kontrol. Namun, ditemukan tidak adanya perbedaan kadar Cd diantara dua kelompok tikus terpapar Cd tersebut. Hal ini dapat dihipotesiskan bahwa kadar Cd juga dapat dipengaruhi oleh penyerapan gastrointestinal, saturasi gugus terikat Cd dalam darah, dan kecepatan pembersihannya (clearance) dalam darah. Secara umum, penyerapan, distribusi, dan akumulasi logam berat pada jaringan dan organ bergantung dari beberapa faktor, antara lain jenis logam, rute, dosis, durasi paparan, kemampuan logam dalam mengikat ligan dalam sel, dan sensitivitas individu atau spesies (Swiergosz-Kowalewska, 2001; Timchalk *et al.*, 2006; Andjelkovic *et al.*, 2019).

Banyak penelitian mengenai kerusakan oksidatif pada beberapa makromolekul biologis disebabkan oleh paparan Cd atau Pb. Lipid peroksidasi pada membran sel darah merah dapat disebabkan oleh stress oksidatif karena induksi logam berat. Hal ini dapat menyebabkan hemolisis dan berkontribusi pada anemia. Cd dapat menggantikan besi (Fe) di berbagai sitoplasma dan protein membrane, seperti ferritin dan apoferritin, sehingga meningkatkan konsentrasi ion Fe bebas dalam reaksi Fenton dan menghasilkan ROS (Matovic *et al.*, 2015). Pada kasus anemia yang disebabkan oleh intoksikasi Pb, jumlah retikulosit meningkat dan pada basofil terdapat titik-bintik. Penyebab dari kejadian ini ada dua kemungkinan, yaitu pendeknya masa hidup eritrosit dan gangguan sintesis heme. Membran sel eritrosit menjadi rapuh sehingga masa hidupnya menjadi lebih pendek. Hal ini juga disertai dengan penghambatan Na dan K dependen-ATP-ase. Pengaruh yang paling penting adalah pada enzim Aminolevulinic Acid Dehidratase (ALAD). Aktivitas Coproporphyrin juga meningkat karena penekanan enzim Coproporphyrin Oksidase. Enzim ini bertanggung jawab atas penggabungan ion Fe ke dalam cincin Porphirin. Adanya Pb menurunkan pembentukan Ferrochelatase. Karena Fe tidak bisa berikatan pada cincin Porphirin, maka sintesis heme jadi terhambat (Zahra *et al.*, 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini tidak ada hubungan antara kadar Cd dengan Hb dalam darah pekerja las di Kecamatan Laweyan, Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substance and Disease Registry. (2012). *ToxGuide™ for Cadmium Cd*. Atlanta: Division of Toxicology and Human Health Sciences.
- Andjelkovic, M., Buha Djordjevic, A., Antonijevic, E., Antonijevic, B., Stanic, M., Kotur-Stevuljevic, J., ... & Bulat, Z. (2019). Toxic effect of acute cadmium and lead exposure in rat blood, liver, and kidney. *International journal of environmental research and public health*, 16(2), 274.
- Argonne National Laboratories. (2001). *Cadmium, Human Health Fact Sheet*, Argonne National Laboratories, Lemont, Ill, USA.
- Baloch, S., Kazi, T. G., Baig, J. A., Afridi, H. I., & Arain, M. B. (2020). Occupational exposure of lead and cadmium on adolescent and adult workers of battery recycling and welding workshops: Adverse impact on health. *Science of the Total Environment*, 720, 137549.
- Bernhoft R. A. (2012). Mercury toxicity and treatment: a review of the literature. *Journal of environmental and public health*, 2012, 460508. <https://doi.org/10.1155/2012/460508>
- Bernhoft, R. A. (2013). Cadmium toxicity and treatment. *The Scientific World Journal*.
- Cetintepe, S.P., Iritas, S.B., Gunduzoz, M. et al. Relation Between Lung Dysfunction and Blood Cadmium and Lead Levels Among Welders. (2019). *Expo Health* 11, 13–19. <https://doi.org/10.1007/s12403-017-0262-x>
- G. F. Nordberg, K. Nogawa, M. Nordberg, and L. Friberg. (2007). "Cadmium," in *Chapter 23 in Handbook of toxicology of Metals Eds.*, pp. 445–486, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 3rd edition.
- Gandasoebrata, R. (2013). *Penuntun Laboratorium Klinik*. Jakarta: Dian Rakyat
- Ganguly, K., Levänen, B., Palmberg, L., Åkesson, A., & Lindén, A. (2018). Cadmium in tobacco smokers: a neglected link to lung disease?. *European Respiratory Review*, 27(147).
- Hounkpatin, A. S. Y., Etorh, P. A., Guédénon, P., Alimba, C. G., Ogunkanmi, A., Dougnon, T. V., ... & Creppy, E. E. (2013). Haematological evaluation of Wistar rats exposed to chronic doses of cadmium, mercury and combined cadmium and mercury. *African Journal of Biotechnology*, 12(23).
- Matović, V., Buha, A., Đukić-Ćosić, D., & Bulat, Z. (2015). Insight into the oxidative stress induced by lead and/or cadmium in blood, liver and kidneys. *Food and Chemical Toxicology*, 78, 130-140.
- Pahlawan, S.D., & Keman, S. (2014). Korelasi Kadar Plumbum Darah Dengan Kadar Hemoglobin dan Hematokrit. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 7, No. 2, 159-165.

- Rumahlatu, D. (2012). Konsentrasi Logam Berat Kadmium pada Air, Sedimen dan Deadema setosum (Echinodermata, Echinoidea) di Perairan Pulau Ambin. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16 (2), 78-85. <https://doi.org/10.147/ik.ijms.16.2.78-85>.
- Sasongko, A., Yulianto, K., & Sarastri, D. (2017). Verifikasi metode penentuan logam kadmium (Cd) dalam air limbah domestik dengan metode spektrofotometri serapan atom. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 6(2), 228-237.
- Sugiharto, S. B., Suwarso, S., & Prawirohardjono, W. (2016). Level kadmium darah dan fungsi ginjal ditinjau dari kadar ureum dan kreatinin pekerja las bengkel knalpot di Purbalingga. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 32(4), 119-124.
- Suh, Y. J., Lee, J. E., Lee, D. H., Yi, H. G., Lee, M. H., Kim, C. S., ... & Kim, S. K. (2016). Prevalence and relationships of iron deficiency anemia with blood cadmium and vitamin D levels in Korean women. *Journal of Korean Medical Science*, 31(1), 25-32.
- Świergosz-Kowalewska, R. (2001). Cadmium distribution and toxicity in tissues of small rodents. *Microscopy research and technique*, 55(3), 208-222.
- Timchalk, C., Lin, Y., Weitz, K. K., Wu, H., Gies, R. A., Moore, D. A., & Yantasee, W. (2006). Disposition of lead (Pb) in saliva and blood of Sprague-Dawley rats following a single or repeated oral exposure to Pb-acetate. *Toxicology*, 222(1-2), 86-94
- Tsany, F. F. Z. A. (2019). Analisis Faktor Risiko Paparan Kadmium pada Pekerja Bengkel Las di Yogyakarta (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Zahra, N., & Kalim, I. (2017). Perilous effects of heavy metals contamination on human health. *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*, 18(1), 1-17.