



## **ANALISA KADAR KADMIUM DALAM DARAH PEKERJA LAS BERDASARKAN MASA KERJA**

**Apri Saryani, Tri Harningsih\***

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Jl. Raya Solo - Baki, Bangorwo, Kwarasan, Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah 57552, Indonesia

\*[tri.harningsih@stikesnas.ac.id](mailto:tri.harningsih@stikesnas.ac.id)

### **ABSTRAK**

Fumes atau asap yang dihasilkan dari proses pengelasan mengandung Cd<sup>2+</sup> dan kadmium oksida (CdO). Kawat katoda yang digunakan pada alat las merupakan sumber pencemaran kadmium pada pekerja las. Masa kerja yang lama dapat mempengaruhi kesehatan pada pekerja yang berhubungan dengan lamanya paparan logam kadmium selama proses pengelasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kadar kadmium dalam darah pekerja las dengan masa kerja. Jenis penelitian yang digunakan adalah analitik observasional dengan desain penelitian cross sectional. Subyek dalam penelitian ini adalah pekerja las di kecamatan Ngemplak yang berjumlah 20 responden dengan kriteria merupakan pekerja las, masa kerja >1 tahun dan menandatangani informed consent. Penentuan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah yang diperiksa menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom di Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Kota Yogyakarta. Analisis data penelitian dilakukan uji spearman's rho. Hasil penelitian terhadap 20 responden adalah tidak ada hubungan kadar kadmium dalam darah pada pekerja las berdasarkan masa kerja. Responden dengan masa kerja terlama, yaitu 25 tahun dengan kadar kadmium 3,565 µg/L dan responden dengan masa kerja terbaru, yaitu 2 tahun terdapat dua responden dengan kadar kadmium 2,277 µg/L serta 4,846 µg/L. Kadar kadmium dalam darah tertinggi pada penelitian ini adalah 7,358 µg/L. Kadar kadmium dalam darah terendah pada penelitian ini adalah 2,277 µg/L.

Kata kunci: asap; cross sectional; kadmium

## **ANALYSIS OF CADMIUM LEVELS IN THE BLOOD WELDING WORKERS BASED ON WORKING TIME**

### **ABSTRACT**

*Fumes or smoke produced from the welding process contains Cd<sup>2+</sup> and cadmium oxide (CdO). The cathode wire used in welding equipment is a source of cadmium contamination for welding workers. Long periods of work can affect workers' health due to prolonged exposure to cadmium metal during the welding process. The aim of this study was to determine the relationship between cadmium levels in the blood of welding workers and their length of service. The type of research used is observational analytics with a cross sectional research design. The subjects in this research were welding workers in Ngemplak sub-district, totaling 20 respondents with the criteria being welding workers, working >1 year and signing informed consent. Sample determination was carried out using a purposive sampling technique. The sample used in this research was blood which was examined using an Atomic Absorption Spectrophotometer at the Yogyakarta City Health and Calibration Laboratory Hall. Analysis of research data was carried out by the Spearman's rho test. The results of research on 20 respondents were that there was no relationship between cadmium levels in the blood of welding workers based on length of service. Respondents with the longest working period, namely 25 years, had cadmium levels of 3,565 µg/L and respondents with the newest working period, namely 2 years, there were two respondents with cadmium levels of 2,277 µg/L and 4,846 µg/L. The highest blood cadmium level in this study was 7,358 µg/L. The lowest blood cadmium level in this study was 2,277 µg/L.*

*Keywords: cross sectional; cadmium; fumes*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan industri di berbagai negara termasuk Indonesia semakin berkembang pesat (Yoto et al., 2021). Perkembangan sektor industri memberikan dampak positif bagi perekonomian seperti membuka lapangan pekerjaan dan peningkatan produktivitas. Namun sektor industri dapat membawa dampak negatif bagi lingkungan (Nova et al., 2023). Pencemaran dari limbah cair, padat, dan gas merupakan salah satu dampak negatif dari sektor industri (Simbolon, 2021). Polutan yang dihasilkan dari kegiatan industri dapat berupa gas dan partikulat yang memiliki risiko terhadap kesehatan manusia. Salah satu industri penghasil buangan partikulat adalah home industry yang berasal dari proses pengelasan (Deviandhoko et al., 2012). Fumes atau asap yang dihasilkan dari proses pengelasan mengandung Cd<sup>2+</sup> dan Kadmium oksida (CdO) (Hernayanti et al., 2019). Kawat katoda yang digunakan pada alat las merupakan sumber pencemaran kadmium pada pekerja las (Ramadhan & Lestari, 2013).

Kadmium masuk ke tubuh melalui melalui jalur inhalasi dan ingesti. Beberapa sumber paparan kadmium pada manusia dimana pekerja di industri logam dapat terpapar kadmium melalui udara yang terkontaminasi di tempat kerja, konsumsi makanan yang terkontaminasi kadmium, merokok (Tchounwou et al., 2014). Makanan yang terkontaminasi kadmium berasal dari proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam ekosistem perairan. Proses ini memainkan peran penting dalam menyebarkan logam berat melalui rantai makanan dan dapat berdampak pada organisme yang berada di tingkat trofik yang lebih tinggi (Martuti et al., 2016). Kadmium masuk ke tubuh diangkut ke dalam darah melalui eritrosit dan albumin kemudian terakumulasi di ginjal, hati, dan usus (Genchi et al., 2020). Kadar kadmium dapat diukur dalam sampel darah, urin, rambut, kuku, dan air liur (Rahimzadeh et al., 2017).

Paparan logam beracun di tempat kerja merupakan masalah penting, karena potensi akumulasi logam beracun dalam tubuh makhluk hidup dapat menyebabkan efek toksik dalam jangka panjang (Baloch et al., 2020). Toksisitas kadmium bersifat kumulatif, tercermin dalam peningkatan konsentrasi kadmium dalam tubuh seiring waktu, terutama pada pekerja yang terpapar secara terus-menerus. Pekerja yang baru terpajan konsentrasi kadmium akan meningkat secara progresif dalam 4 hingga 6 bulan. Setelah periode paparan yang berkelanjutan, konsentrasi kadmium dalam tubuh cenderung mencapai suatu titik yang stabil, di mana jumlah kadmium yang masuk ke dalam tubuh seimbang dengan jumlah yang diekskresikan (Winata, 2016). Masa kerja adalah kurun waktu yang dihitung berdasarkan tahun pertama bekerja sampai saat penelitian dilakukan dihitung dalam tahun (Asriyani & Karimuna, 2017). Masa kerja yang lama dapat mempengaruhi kesehatan pada pekerja hal tersebut berhubungan dengan lamanya paparan logam kadmium selama proses pengelasan dalam satuan tahun (Pusparini et al, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kadar kadmium dalam darah pekerja las dengan masa kerja

## **METODE**

Pengumpulan data penelitian dilakukan dari bulan Januari 2024 sampai pada bulan Mei 2024. Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan desain penelitian cross sectional. Pengukuran kadar kadmium dalam darah dilakukan di BLKK Kota Yogyakarta. Objek populasi dalam penelitian ini adalah pekerja las di Kecamatan Ngeplak dengan kriteria merupakan pekerja las, bekerja >1 tahun dan menandatangani informed consent. Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel bagi pekerja las adalah tourniquet, spuit, kapas, tabung vaccum EDTA, ice box, ice gel, labu ukur (1000mL, 100mL, 10 mL, 5 mL), mikro pipet, blue type, dan spektrofotometer serapan atom yang digunakan untuk memeriksa kadar kadmium. Proses penelitian dilakukan secara bertahap mulai dari mendapatkan izin penelitian (ethical clearance), melakukan wawancara kepada pekerja, memberikan inform consent dan lembar permohonan

menjadi responden, melakukan pengisian kuisioner mengenai kebiasaan pekerja saat melaksanakan pekerjaannya. Uji validitas menggunakan Korelasi Pearson Product Moment dengan skor 0,549-0,905 sehingga dapat dinyatakan seluruh item kuisioner valid dengan signifikasnsi 0,01,. Uji reliabilitas menggunakan Alpha Cronbach dengan hasil 0,925 sehingga angket kuisioner dinyatakan reliable. Melakukan pelabelan pada tabung vaccum EDTA dan dilakukan pengambilan sampel darah vena sebanyak 3, kemudian disimpan dalam ice box yang berisi ice gel sampel dikirim ke BLKK Kota Yogyakarta dan diperiksa menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom.

## HASIL

Penelitian ini dilakukan pada pekerja bengkel las Kecamatan Ngemplak, Boyolali. Pengambilan data responden penelitian dilakukan dengan cara *survey*, kemudian wawancara dan pemberian *infomed consent*. Pengukuran kadar kadmium dalam darah dilakukan di Laboratorium Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel. Karakteristik subjek dalam penelitian ini adalah usia, masa kerja, aktivitas merokok. Karakteristik dipereoleh dari hasil kuesioner yang diberikan kepada responden. Pengukuran kadar kadmium dalam darah dan standar kadmium diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom AA 7000. Nilai rujukan kadar kadmium dalam darah berdasarkan Indikasi Paparan Biologi (IPB) menurut Permenkes No. 70 tahun 2016 adalah 5µg/L. Hasil pengukuran kadar kadmium dalam darah yang dilakukan di BLKK Kota Yogyakarta dari 20 sampel pekerja las di Kecamatan Ngemplak.

Tabel 1.

Distribusi Statistik Kadar Kadmium Dalam Darah Pekerja Las

Berdasarkan tabel 1 distribusi statistik kadar kadmium dalam darah pekerja las dari 20 sampel

Variabel	N = 20			
	Mean	SD	Min	Max
Kadar Kadmium Dalam Darah (µg/L)	4,462	1,447	2,277	7,358

rata – rata kadar kadmium dalam darah adalah 4,462 µg/L dengan standar deviasi 1,447. Kadar kadmium terendah adalah 2,277 µg/L dan kadar kadmium tertinggi adalah 7,358 µg/L.

Tabel 2.

Distribusi Frekuensi Kadar Kadmium Dalam Darah Pekerja Las

Kategori	f	%
Normal	13	65
Tinggi	7	35

Berdasarkan tabel 2 diperoleh hasil sebanyak 13 pekerja las hasil pemeriksaan kadar kadmium dalam darah normal dengan persentase 65% dan 7 pekerja las hasil pemeriksaan kadar kadmium dalam darah tinggi dengan persentase 35%.

Tabel 3.

Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Variabel	N = 20	
	f	%
≤ 40 tahun	12	60
> 40 tahun	8	40

Berdasarkan tabel 3 diketahui dari 20 responden terdiri dari 12 orang (60%) dengan usia  $\leq 40$  tahun dan 8 responden (40%) dengan usia  $> 40$  tahun. Usia termuda responden adalah 21 tahun dan usia tertua responden adalah 57 tahun.

Tabel 4.  
 Karakteristik Responden Berdasarkan Masa Kerja

Variabel	N = 20	
	f	%
$\leq 3$ tahun	6	30
$> 3$ tahun	14	70

Berdasarkan tabel 4 diketahui dari 20 responden terdiri dari 6 orang (30%) dengan masa kerja  $\leq 3$  tahun dan 14 responden (70%) dengan masa kerja  $> 3$  tahun. Masa kerja terbaru responden adalah 2 tahun dan masa kerja terlama responden adalah 25 tahun.

Tabel 5.  
 Karakteristik Responden Berdasarkan Kebiasaan Merokok

Variabel	N=20	
	f	%
Kebiasaan Merokok		
Tidak merokok	4	20
Ringan (1-10 Batang)	4	20
Sedang (11-20 Batang)	10	50
Berat(>20 Batang)	2	10

Berdasarkan tabel 5 pada karakteristik kebiasaan merokok diketahui dari 20 responden, 4 orang (20%) tidak merokok, 4 orang (20%) dengan aktivitas merokok ringan, 10 orang (50%) dengan aktivitas merokok sedang dan 2 orang (10%) dengan aktivitas merokok berat.

Hasil penelitian kadar kadmium dalam darah pekerja las dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kadar Kadmium Dalam Darah Pekerja Las

Sampel	Kadar Kadmium ( $\mu\text{g/L}$ )	Ambang batas Permenkes No. 70 tahun 2016 ( $5\mu\text{g/L}$ )	Masa Kerja (tahun)
K1	7,358	Tinggi	15
K2	3,565	Normal	25
K3	4,452	Normal	4
K4	2,629	Normal	6
K5	4,551	Normal	3
K6	4,846	Normal	10
K7	2,277	Normal	2
K8	5,684	Tinggi	3
K9	4,846	Normal	2
K10	6,086	Tinggi	10
K11	2,580	Normal	3
K12	5,191	Tinggi	20
K13	5,782	Tinggi	8
K14	2,334	Normal	15
K15	4,058	Normal	3
K16	5,782	Tinggi	7
K17	3,171	Normal	12
K18	4,895	Normal	8
K19	3,173	Normal	4
K20	5,979	Tinggi	8

Tabel 7.  
Uji Normalitas Kadar Kadmium dan masa kerja

	df	Sig.
Kadar Kadmium	20	.409
Masa Kerja	20	.011

Uji normalitas data kadar kadmium dalam darah pekerja las berdasarkan masa kerja dilakukan dengan uji *shapiro wilk*. Ketentuan uji normalitas *shapiro wilk* adalah data terdistribusi normal jika nilai p (Sig) > 0,05. Hasil uji pada tabel 7 nilai signifikansi kadar kadmium 0,409 dan masa kerja 0,011. Maka data kadar kadmium terdistribusi normal dan masa kerja terdistribusi tidak normal.

Tabel 8.  
Uji *Spearman's Rho* Kadar Kadmium dan masa kerja

	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
Hubungan kadar kadmium dan masa kerja	.263	.263

Uji hipotesis dilakukan dengan uji *spearman's rho*. Berdasarkan data pada tabel 8 diperoleh nilai signifikan 0,263. Jika nilai signifikan > 0,05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Nilai koefisien korelasi 0,263. Hal ini menunjukkan tidak ada hubungan antara kadar dalam darah pekerja las berdasarkan masa kerja dengan tingkat korelasi lemah.

## PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar kadmium dalam darah pekerja las berdasarkan masa kerja di wilayah kecamatan Ngemplak, kabupaten Boyolali. Penentuan responden dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dengan kriteria tertentu. Jumlah populasi pekerja las di wilayah kecamatan Ngemplak sejumlah 30 pekerja. Berdasarkan kuesioner dan *inform consent* yang telah diberikan serta dengan teknik *purposive sampling* diperoleh 20 pekerja. Kadar kadmium dalam darah diperiksa menggunakan Spektrofotometer serapan atom AA 7000. Pekerja las adalah pekerja yang melibatkan proses penyambungan logam menjadi satu dengan dipanaskan terlebih dahulu hingga meleleh, kemudian disambung dengan bantuan perekat (Fitriadi, 2008). Fumes atau asap yang dihasilkan dari proses pengelasan mengandung  $Cd^{2+}$  yang dapat masuk tubuh pekerja bengkel las lewat jalur inhalasi (Hernayanti et al., 2019). Senyawa kadmium yang terhirup dalam bentuk partikel baik sebagai asap maupun debu memang memiliki variasi penyerapan yang berbeda tergantung pada ukuran partikel dan kelarutannya (Rosita, 2019). Paparan kadmium pada proses pengelasan termasuk dalam paparan yang rendah, namun kadmium merupakan logam berat yang bersifat akumulasi, apabila paparan terjadi dalam jangka waktu lama akan meningkatkan body burden (Dewi, 2020).

Hasil analisa hubungan antara kadar kadmium dalam darah dengan masa kerja menggunakan uji *spearman rho* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kadar kadmium dalam darah pekerja las berdasarkan masa kerja. Penelitian yang dilakukan oleh Sugiharto (2016) terhadap pekerja bengkel las knalpot di Purbalingga juga menunjukkan tidak ada hubungan antara masa kerja dengan kadar kadmium pada pekerja las knalpot. Responden dengan masa kerja terlama, yaitu 25 tahun dengan kadar kadmium 3,565  $\mu\text{g/L}$  (K2) dan responden dengan masa kerja terbaru, yaitu 2 tahun kadar kadmium 2,277  $\mu\text{g/L}$  (K7) serta 4,846  $\mu\text{g/L}$  (K9). Hasil kadar kadmium responden K2, K7, dan K9 dalam ambang batas normal berdasarkan Indikasi Paparan Biologi (IPB) menurut Permenkes No. 70 tahun 2016 yaitu 5 $\mu\text{g/L}$ . Ventilasi terbuka pada semua sisi bengkel las akibatnya fumes atau debu yang dihasilkan selama proses kerja berlangsung akan cepat bereaksi dengan udara bebas dan mereduksi kandungan zat berbahaya

(Sugiharto, 2016). Kadar kadmium dalam darah tertinggi pada penelitian ini adalah 7,358  $\mu\text{g/L}$ , dengan masa kerja 15 tahun, saat bekerja responden menggunakan masker dan kaca mata, memiliki kebiasaan merokok dalam satu hari 18 batang, melakukan proses pengelasan  $\pm$  lima jam dalam delapan jam kerja. Kadar kadmium dalam darah terendah pada penelitian ini adalah 2,277  $\mu\text{g/L}$ , dengan masa kerja 2 tahun, saat bekerja responden menggunakan masker, kaca mata, sarung tangan, kaos lengan panjang, topi, memiliki kebiasaan merokok dalam satu hari 12 batang, melakukan proses pengelasan  $\pm$  enam jam dalam delapan jam kerja.

Merokok adalah kebiasaan yang memiliki dampak negatif signifikan terhadap kesehatan. Asap rokok mengandung zat berbahaya, yaitu logam berat, tar, nikotin, dan senyawa toksik yang sangat karsinogenik. Kadmium (Cd) merupakan salah satu senyawa logam berat yang ditemukan dalam tembakau, semakin tinggi aktivitas dan lama paparan, akan memberikan efek toksik yang semakin besar (Mayaserli & Rahayu, 2018). Dalam satu batang rokok terdapat 2  $\mu\text{g}$  kadmium. Ambang batas konsumsi kadmium yang diperbolehkan kurang dari 30  $\mu\text{g}$  per hari, atau setara 15 batang rokok per hari, jika mengkonsumsi lebih dari 15 batang rokok per hari dan dalam jangka yang lama dapat menyebabkan terjadinya penumpukan kadmium dalam tubuh (Nur et al., 2021). Berdasarkan penelitian Windari (2021) kadar kadmium dalam darah perokok aktif di desa Tambak Rejo Waru Sidoharjo menunjukkan bahwa adanya pengaruh kadar kadmium dalam darah perokok aktif. Kadar tertinggi logam kadmium adalah 8,567  $\mu\text{g/L}$  dan kadar kadmium terendah adalah 0,030  $\mu\text{g/L}$ . Pada penelitian ini terdapat tujuh responden dengan kadar kadmium tinggi memiliki kebiasaan merokok dan dalam satu hari mengkonsumsi paling sedikit 12 batang rokok perhari.

Analisa sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah. Kadar kadmium (Cd) dalam darah lebih mencerminkan paparan jangka pendek atau dalam beberapa bulan terakhir, karena kadmium dalam darah cenderung memiliki waktu paruh yang relatif singkat, yaitu 120 hari. Setelah periode ini, sepertiga dari total kadmium dalam tubuh akan berada di ginjal dan hati, atau dikeluarkan melalui urine. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Puspardini (2016) hubungan masa kerja dengan kadar timbal dalam darah dari uji Fisher Exact diperoleh hasil pvalue sebesar 0,106 karena nilai p value  $>0,05$ , maka hasil analisis dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara masa kerja dengan kadar Pb dalam darah responden. Penelitian Mayaserli (2017) analisa kadar timbal pada rambut karyawan SPBU menunjukkan semakin lama masa kerja karyawan SPBU semakin tinggi pula kadar logam Pb. Hasil Analisa kadar Pb dalam rambut pada masa kerja 1-4, 5-8, 9-12 adalah 0,3561; 0,5918; 0,8175. Analisis logam berat dalam rambut dapat memberikan informasi berharga tentang paparan jangka panjang terhadap pencemaran logam, terutama di daerah industri. Ion logam yang terdapat di udara dapat terhirup atau terserap melalui kulit dan kemudian beredar dalam darah. Ion logam yang beredar dalam darah dapat memasuki folikel rambut dan diikat oleh gugus-gugus sulfhidril (-SH) dan sulfida sistin (-S-S-) dalam struktur keratin rambut. Gugus-gugus ini memiliki afinitas tinggi terhadap logam berat, sehingga akan mengendap dan terikat dalam jaringan rambut. Rambut kepala tumbuh dengan kecepatan sekitar setengah inci (1,27 cm) per bulan, memungkinkan analisis segmental untuk menentukan waktu paparan tertentu (Putri, et al., 2023).

## **SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan kadar kadmium dalam darah pada pekerja las berdasarkan masa kerja. Responden dengan masa kerja terlama, yaitu 25 tahun dengan kadar kadmium 3,565  $\mu\text{g/L}$  dan responden dengan masa kerja 2 tahun terdapat dua responden dengan kadar kadmium 2,277  $\mu\text{g/L}$  dan 4,846  $\mu\text{g/L}$ . Kadar kadmium dalam darah tertinggi pada penelitian ini adalah 7,358  $\mu\text{g/L}$ . Kadar kadmium dalam

darah terendah pada penelitian ini adalah 2,277 µg/L.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asriyani, N., & Karimuna, S. R. (2017). Faktor yang Berhubungan dengan Terjadinya Kelelahan Kerja pada Pekerja PT. Kalla Kakao Industri Tahun 2017. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Unsyiah*, 2(6), 198202. <https://www.neliti.com/publications/198202/>
- Baloch, S., dkk. (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. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.137549>
- Deviandhoko., Endah, N. W., & Nurjazuli. (2012). Faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota pontianak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* Vol. 11 No. 2 / Oktober 2012, 11(2). <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/viewFile/5020/4552>
- Dewi, C. H. (2020). Perbedaan Kadar Kadmium (Cd) Dalam Darah Dan Tekanan Darah Pada Pengelas Dan Non Pengelas Di Pt. X Surabaya. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains Dan Kesehatan*, 7(2), 110–123. <https://doi.org/10.56710/WIYATA.V7I2.158>
- Effendi, F., Tresnaningsih, E., Sulistomo, A. W. (2012). Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat. Hal : 15. KemenKesRI. Direktorat Bina Kesehatan Kerja Dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Fitriadi, R. (2008). Penentuan Prioritas Alternatif Pengelasan Pada Body Welding Minibus. *Simposium Nasional RAPI VII 2008*. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/handle/11617/1886>
- Genchi, G., dkk. (2020). The Effects of Cadmium Toxicity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11). <https://doi.org/10.3390/IJERPH17113782>
- Herman, Z. D. (2006). Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36.
- Hernayanti, H., dkk. (2019). Efek Paparan Kadmium (Cd) terhadap Fungsi Ginjal Pekerja Bengkel Las. *Kesmas Indonesia*, 11(1), 1–8. <http://jos.unsoed.ac.id/index.php/kesmasindo/article/view/1422>
- Martuti, N., Sanjivanie, H. A., Ngabekti, S., Biologi, J., & Artikel, I. (2016). Bioakumulasi Kadmium Pada Ikan Bandeng Di Tambak Dukuh Tapak Semarang. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 39(2), 92–97. <https://doi.org/10.15294/IJMNS.V39I2.9112>
- Mayaserli, D. P., & Renowati. (2017). Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) pada Rambut Karyawan SPBU. *Journal of Sainstek*, 9(1), 2580–278. <https://www.academia.edu/download/107960570/236390624.pdf>
- Mayaserli, D. P., & Rahayu, J. S. (2018). Perbandingan Kadar Logam Kadmium (Cd) Dalam Urin Perokok Aktif Dan Pasif Di Terminal Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 5(1), 58–64. <https://doi.org/10.33653/JKP.V5I1.96>
- Nova, L. S., Siahainena. H.E, & Novianti. P. (2023, March 1). Gambaran Kejadian ISPA Pada Anak Balita di Sekitar Industri Baja Menurut Jarak dan Kondisi Lingkungan. *Jurnal*

- Bidang Ilmu Kesehatan Vol. 13, No. 1 Maret 2023.  
<https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/3412099>
- Nur, F. F., Lestari, I., & Rahayuningsih, C. K. (2021). Analisis Paparan Kadmium (Cd) Dalam Darah Terhadap Kadar Sgot Dan Sgpt Pada Perokok Aktif Dan Perokok Pasif Di Warung Kopi Wilayah Surabaya Timur. *Analisis Kesehatan Sains*, 10(2).  
<https://doi.org/10.36568/ANAKES.V10I2.23>
- Pusparini, D. A., Setiani, O., & Hanani, Y. (2016). Hubungan masa kerja dan lama kerja dengan kadar timbal (Pb) dalam darah pada bagian pengecatan, industri karoseri Semarang. *Ejournal3.Undip.Ac.Id*, 4, 2356–3346.  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/13533>
- Putri, S. W., Rinawati, D., Barlian, & Nasihin. (2023). Identifikasi Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Rambut Sopir Angkot Rute Kutabumi-Kalideres. *Jurnal.Poltekkesbanten.Ac.Id*, 1(2), 67–73.  
<https://jurnal.poltekkesbanten.ac.id/JoMLR/article/view/488>
- Rahimzadeh, M. R., Rahimzadeh, M. R., Kazemi, S., & Moghadamnia, A. A. (2017). Cadmium toxicity and treatment: An update. *Caspian J Intern Med*, 8(3), 135–145.  
<https://doi.org/10.22088/cjim.8.3.135>
- Ramadhan, P. W., & Lestari, M. W. (2023). Hubungan Kadar Kadmium Dalam Darah Dengan Kadar Sgot Pada Pekerja Bengkel Las Di Surakarta. *Bhamada: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan (E-Journal)*, 14(2), 27–33. <https://doi.org/10.36308/JIK.V14I2.501>
- Rosita, B. (2019). Perbandingan Kadar Logam Kadmium (Cd) dalam Darah Perokok Aktif dan Pasif di Terminal Bus. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*. , 11(2), 2580–278.  
<https://ojs.iainbatusangkar.ac.id/ojs/index.php/sainstek/article/view/1576>
- Simbolon, A.M. (2021). *Sustainable Industry: Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Sugiharto, S., & S Suwarso. (2016). Level kadmium darah dan fungsi ginjal ditinjau dari kadar ureum dan kreatinin pekerja las bengkel knalpot di Purbalingga. *Academia.EduSB*  
Sugiharto, S Suwarso, W Prawirohardjono *Berita Kedokteran Masyarakat*, 2016•*academia.Edu*. <https://www.academia.edu/download/102130979/20581.pdf>
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. *EXS*, 101, 133–164. [https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4\\_6/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6/COVER)
- Winata, D. S. (2016). Monitoring, pencegahan, dan penanganan keracunan pada pekerja terpapar kadmium. *Jurnal Kedokteran Meditek*,  
<https://core.ac.uk/download/pdf/326447041.pdf>
- Windari, N. A. I. (2021). Pengaruh Lama Paparan Merokok Pada Perokok Aktif Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Di Desa Tambak Rejo Waru Sidoarjo. *Skripsi. Fakultas Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya*.
- Yoto., Qolik, A., Marsono., Kustono, D., Solichin. (2021). *Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Bagi Tenaga Kerja Bidang Pengelasan: Occupational Safety and Health Management of Welders*. Malang: Media Nusa Creative (MNC Publishing).