

HUBUNGAN PAPARAN TIMBAL DENGAN KADAR HEMOGLOBIN DAN HEMATOKRIT PEKERJA INDUSTRI KERAMIK DI PADUKUHAN KAJEN BERDASARKAN LAMA MASA KERJA

Ferdinanda Adji Pratama¹, Sri Martuti², Isnin Aulia Ulfah Mu'awanah³

^{1,2,3}Program Studi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Email: ferdinandaadjipratama@gmail.com

Received: 11 September 2025; Revised: 01 Oktober 2025; Accepted: 14 Oktober 2025

Abstract

Lead is a heavy metal element that is toxic and widely used in everyday life. Globally, lead is an environmental chemical that is widely distributed and has toxic effects that are harmful to health. One of the health effects caused by exposure to lead is damage to the hematopoietic system, which leads to a decrease in hemoglobin and hematocrit levels. Accumulated lead exposure in the blood is caused by factors such as fossil fuel combustion, the battery industry, the ceramics industry, the paint industry, corrosion of piping systems, cosmetic products, and pesticides. This study aims to determine the relationship between lead exposure and hemoglobin and hematocrit levels in ceramics industry workers in Padukuhan Kajen based on their length of service. Data processing techniques used the Shapiro-Wilk normality test, which yielded non-normal results, so the Spearman's rho correlation test was performed. Based on the test, the p-value was >0.05 . The results of this study showed that there was no significant relationship between blood lead levels and hemoglobin and hematocrit levels, nor was there a relationship between length of service and blood lead levels. This study shows that lead levels do not affect hemoglobin and hematocrit, and that length of employment does not influence the accumulation of lead levels in the blood.

Keywords: *plumbum; ceramic workers; hemoglobin; hematocrit.*

Abstrak

Timbal merupakan unsur logam berat yang memiliki sifat beracun dan banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat. Secara global, timbal menjadi bahan kimia lingkungan yang tersebar secara melimpah dan memiliki efek toksisitas yang berbahaya bagi kesehatan. Salah satu dampak kesehatan yang disebabkan paparan timbal adalah sistem *hematopoetik* yang berdampak pada penurunan kadar hemoglobin dan hematokrit. Paparan timbal yang terakumulasi dalam darah diakibatkan oleh faktor-faktor seperti pembakaran bahan bakar fosil, industri aki, industri keramik, industri cat, korosi sistem perpipaan, produk kosmetik, dan pestisida. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan paparan timbal dengan kadar hemoglobin dan hematokrit pekerja industri keramik di Padukuhan Kajen berdasarkan masa kerja. Teknik pengolahan data menggunakan uji normalitas Shapiro Wilk hasil yang didapatkan tidak normal, sehingga dilanjutkan dengan uji korelasi *Spearman's rho*. Berdasarkan uji didapatkan hasil *p-value* $>0,05$. Hasil penelitian ini menunjukkan tidak terdapat adanya hubungan yang signifikan antara kadar timbal dalam darah dengan kadar hemoglobin dan hematokrit serta hubungan antara masa kerja dengan kadar timbal dalam darah. Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar timbal tidak mempengaruhi hemoglobin dan hematokrit serta masa kerja tidak memiliki pengaruh terhadap akumulasi kadar timbal dalam darah

Kata kunci: timbal; pekerja keramik; hemoglobin; hematokrit.

PENDAHULUAN

Timbal atau timah hitam merupakan unsur logam berat yang memiliki sifat beracun dan banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat. Secara global, timbal menjadi bahan kimia lingkungan yang tersebar secara melimpah, namun memiliki sifat yang berbahaya (Pratiwi, 2020). Menurut WHO tahun 2021, terdapat sekitar 1,5 juta kematian di seluruh dunia setiap tahunnya akibat penyakit kardiovaskuler, kerusakan neurologis dan perilaku yang tidak dapat dipulihkan terutama pada anak-anak yang diakibatkan oleh paparan timbal. Sedangkan di Indonesia, lebih dari 8 juta anak-anak yang memiliki kadar timbal dalam darah $> 5 \mu\text{g/dL}$ (UNICEF, 2020). Kadar ini termasuk dalam tingkat paparan yang harus membutuhkan perawatan medis.

Paparan timbal dapat masuk ke dalam tubuh diakibatkan oleh faktor-faktor seperti pembakaran bahan bakar fosil, industri aki, industri keramik, industri cat, korosi sistem perpipaan, produk kosmetik, dan pestisida. Keberagaman sumber paparan ini mengakibatkan peningkatan konsentrasi timbal di lingkungan yang berimplikasi pada risiko kesehatan manusia (WHO, 2007). Salah satu dampak paparan timbal pada kesehatan manusia adalah sistem hematopoetik atau sistem pembentukan sel darah (Pahlawan & Keman, 2014).

Paparan timbal yang masuk ke dalam tubuh, sebanyak 40% timbal akan terserap melalui saluran pernapasan dan sekitar 5-10% melalui saluran pencernaan (Carocci et al. 2016). Timbal yang masuk melalui saluran pernapasan sebanyak 95% akan didistribusikan ke pembuluh darah dan paru-paru. Setelah paparan timbal masuk ke dalam aliran darah kemudian akan berikatan dengan eritrosit yang menyebabkan terjadinya komplikasi kesehatan (Lubis et al. 2013). Paparan timbal yang terakumulatif dalam tubuh berpengaruh pada sistem hematopoetik dengan menurunnya sintesis sel eritrosit dan berkurangnya viabilitas eritrosit akibat

terjadinya perubahan struktural pada membran seluler (Pahlawan & Keman, 2014). Paparan timbal juga memiliki efek merugikan dengan menghambat enzim-enzim yang berperan aktif dalam biosintesis *heme*, terutama δ -*Aminolevulinic Acid Dehydratase* (ALAD) dan *ferrochelatase*, yang berkaitan dengan penurunan signifikan nilai hemoglobin dan hematokrit (Zhang et al. 2021).

Penurunan kadar hemoglobin dan hematokrit dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti asupan zat besi, vitamin B₁₂, dan asam folat yang memainkan peran krusial dalam sintesis hemoglobin (Kumar et al. 2017). Selain itu, penyakit kronis akibat keracunan timbal, gagal ginjal, inflamasi dapat menurunkan kadar hemoglobin dan hematokrit melalui berbagai mekanisme, termasuk gangguan *eritropoeiesis* dan metabolisme zat besi (Lee et al. 2022). Gaya hidup dan kebiasaan sehari-hari termasuk merokok, aktivitas fisik, masa kerja yang berlangsung lama pada industri-industri seperti industri keramik, cat, dan industri aki juga berkontribusi terhadap variasi kadar hemoglobin dan hematokrit (Wilson et al. 2019). Menurut penelitian Ahmad et al., tahun 2019 ditemukan bahwa pekerja dengan masa kerja lebih > 5 tahun memiliki kadar hemoglobin dan hematokrit lebih rendah dibandingkan pekerja dengan masa kerja < 5 tahun. Sejalan dengan penelitian Zhang et al., tahun 2021 menjelaskan bahwa ditemukan penurunan progresif kadar hemoglobin 0,8-1,2 g/dL per tahun pada pekerja yang terpapar timbal secara kronis.

Meskipun berbagai studi telah mengkaji hubungan antara paparan timbal dengan perubahan parameter hematologi, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada kelompok pekerja industri atau komunitas dengan paparan tinggi. Hampir tidak ada penelitian yang secara khusus menganalisis kualitas pemeriksaan laboratorium (*quality*

control/QC) terkait parameter hemoglobin dan hematokrit pada fasilitas pelayanan kesehatan, terutama rumah sakit daerah seperti RSUD Sleman. Padahal, keakuratan pemeriksaan hematologi sangat krusial untuk mendeteksi perubahan kadar hemoglobin/hematokrit pada pasien yang mungkin terpapar timbal secara kronis. Selain itu, belum banyak penelitian yang membandingkan hasil QC internal laboratorium dengan kondisi paparan timbal di wilayah pelayanan RSUD Sleman yang memiliki potensi paparan dari aktivitas industri dan perkotaan. Celah penelitian ini menegaskan perlunya evaluasi QC secara komprehensif di RSUD Sleman agar hasil pemeriksaan hematologi benar-benar valid dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan klinis.

Penelitian ini memiliki kontribusi penting karena merupakan salah satu studi pertama yang mengintegrasikan analisis pengaruh paparan timbal terhadap parameter hematologi dengan evaluasi kualitas pemeriksaan laboratorium (QC) di RSUD Sleman. Pendekatan ini memberikan nilai tambah dibandingkan penelitian terdahulu yang hanya menilai dampak timbal pada pekerja industri tanpa meninjau aspek kualitas pemeriksaan laboratoriumnya. Kebaruan penelitian terletak pada upaya memastikan reliabilitas hasil hemoglobin dan hematokrit melalui QC, sehingga interpretasi klinis terhadap risiko paparan timbal menjadi lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam memberikan rekomendasi peningkatan mutu laboratorium di rumah sakit daerah sehingga dapat mendukung deteksi dini dan penatalaksanaan kasus paparan timbal di masyarakat.

METODE

Penelitian ini dilakukan di industri keramik rumahan yang berada di wilayah padukuhan Kajen, kalurahan Bangunjiwo,

Bantul, Yogyakarta. Kalurahan Bangunjiwo merupakan penghasil produk keramik terbesar di Yogyakarta. Produk industri keramik yang dihasilkan menggunakan cat glasir yang memiliki kandungan timbal (Pb) dalam proses pemberian warna. Studi ini merupakan riset observasional analitik, menggunakan desain *cross sectional*. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja industri keramik di Padukuhan Kajen, dengan besar populasi 20 pekerja. Sampel yang dijadikan subyek dalam penelitian ini berjumlah 14 pekerja yang ditentukan menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

Paparan timbal yang terakumulasi dalam darah pekerja akibat terhirup saat proses pemberian cat glasir dan pembakaran produk industri keramik diukur menggunakan metode *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GF-AAS). Kadar hemoglobin dan hematokrit diukur menggunakan metode *Point of Care Testing* (POCT) *EasyTouch®*. Masa kerja dikategorikan menjadi 6 tahun, 7 tahun, 8 tahun, 9 tahun, 10 tahun, dan > 10 tahun. Variabel masa kerja diukur dengan pengisian kuesioner. Data dianalisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-wilk* untuk mengetahui distribusi data. Berdasarkan uji normalitas data terdistribusi tidak normal kemudian dilanjutkan uji korelasi *Spearman's rho* untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan terikat, yaitu hubungan kadar timbal dalam darah dengan kadar hemoglobin dan hematokrit pekerja industri keramik dan hubungan masa kerja dengan kadar hemoglobin dan hematokrit.

Penelitian ini menerapkan semua prinsip etika penelitian kesehatan. Beberapa hal penting yang diperhatikan adalah menjaga kerahasiaan identitas responden, *informed consent* dan sebagainya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian yang telah dilakukan mengenai hubungan paparan timbal (Pb) dengan kadar hemoglobin dan hematokrit pekerja industri keramik di Padukuhan Kaje berdasarkan lama masa kerja menggunakan metode penelitian observasional analitik dengan jumlah subyek penelitian 14 orang, kemudian hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi Kadar Timbal, Hemoglobin, Hematokrit, dan Masa Kerja Pekerja Industri Keramik

Variabel	Mean	Min	Max
Kadar Timbal darah ($\mu\text{g/dL}$)	1.37	1.00	6.30
Kadar Hemoglobin (g/dL)	18.38	16.9	20.8
Kadar Hematokrit (%)	53.93	48.0	61.0
Masa Kerja (Tahun)	10.21	6.00	>10.0

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan rerata kadar timbal dalam darah pekerja yaitu 1,37 $\mu\text{g/dL}$ dengan kadar timbal terendah 1,00 $\mu\text{g/dL}$ dan kadar timbal tertinggi 6,30 $\mu\text{g/dL}$. Rerata kadar hemoglobin yang didapatkan yaitu 18,38 g/dL dengan kadar hemoglobin terendah 16,9 g/dL dan kadar hemoglobin tertinggi 20,8 g/dL. Sedangkan hasil pemeriksaan kadar hematokrit pekerja didapatkan rerata yaitu 53,9% dengan kadar hematokrit terendah 48,0% dan hematokrit tertinggi 61,0%. Masa kerja pekerja didapatkan rata-rata 10,21 tahun dengan masa kerja paling singkat 6 tahun dan masa kerja paling lama lebih dari 10 tahun.

Tabel 2. Uji Korelasi *Spearman's rho*

Kadar Timbal darah

Variabel	<i>r</i>	<i>p-value</i>
Kadar Hemoglobin	0.207	0.478*
Kadar Hematokrit	-0.175	0.549*
Masa Kerja	0.144	0.624*

Keterangan * = $p\text{-value} > 0.05$ (tidak ada hubungan)

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji korelasi menggunakan *Spearman's rho* didapatkan koefisien korelasi dan nilai signifikansi ($r = 0.207$; $p\text{-value} = 0.478$) antara variabel kadar timbal darah dengan hemoglobin dan ($r = -0.175$; $p\text{-value} = 0.549$) antara variabel kadar timbal dalam darah dengan hematokrit. Hasil uji mengindikasikan bahwa tidak terdapat adanya hubungan yang signifikan. Tabel 2 juga menunjukkan hasil uji korelasi antara masa kerja dengan kadar timbal dalam darah didapatkan koefisien korelasi dan nilai signifikansi ($r = 0.125$; $p\text{-value} = 0.670$). Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat adanya hubungan yang signifikan.

Pembahasan

Paparan timbal dalam darah pada penelitian ini sebagian besar menunjukkan kadar timbal yang masih dalam ambang batas normal. Menurut *World Health Organization* tahun 2021 nilai normal kadar timbal dalam darah adalah $< 5 \mu\text{g/dL}$. Terdapat 92,9 % (13 dari total 14 pekerja) memiliki kadar timbal dalam darah masih dalam batas normal yaitu 1 $\mu\text{g/dL}$ dan 7,1 % (1 dari total 14 pekerja) yang memiliki kadar timbal melebihi batas normal yaitu 6,3 $\mu\text{g/dL}$. Pekerja yang memiliki kadar timbal lebih dari normal merupakan pekerja yang bekerja secara *fulltime* dan sudah bekerja lebih dari > 10 tahun. Selain itu kebiasaan merokok juga memungkinkan akumulasi kadar timbal dalam darah yang lebih dari normal. Hal ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa

terdapat faktor-faktor tertentu yang menyebabkan akumulasi kadar timbal tinggi dalam darah seperti masa kerja yang semakin lama akan dapat meningkatkan akumulasi kadar timbal dalam tubuh dan orang dengan kebiasaan merokok memiliki risiko kadar timbal lebih tinggi dibandingkan dengan non-perokok (Witcahyo, 2013) (Sadeghi et al. 2014). Paparan timbal pada penelitian ini diukur menggunakan metode *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GFAAS). Metode ini memiliki keunggulan yang dapat mendeteksi analit dalam konsentrasi sangat rendah dan proses pengabuan pada tahapannya memungkinkan suhu tinggi menguapkan pelarut dan analit dari komponen pengikat yang dapat memaksimalkan absorbansi yang dihasilkan. Kekurangan dari metode ini terletak pada perlakuan khusus pada sampel dan alat sebelum dilakukan pengukuran yang harus dilakukan oleh tenaga kerja ahli dan berpengalaman untuk mendapatkan hasil analisis yang adekuat (Prihatin et al. 2017).

Pekerja industri keramik merupakan salah satu pekerjaan yang berhubungan secara langsung dengan paparan timbal yang terkandung dalam glasir yang digunakan sebagai bahan untuk pengecatan produk keramik. Hasil kadar timbal masih dalam ambang batas normal pada penelitian ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti asupan gizi yang masuk kedalam tubuh seperti *zink* dan vitamin C secara rutin akan menurunkan kadar timbal yang terakumulasi dalam darah bahkan ketika paparan timbal terus berlangsung (Ardillah, 2016).

Pemeriksaan kadar hemoglobin yang telah dilakukan, didapatkan 64,3% (9 dari total 14 pekerja) memiliki kadar hemoglobin lebih dari normal yaitu (18,1 g/dL, 18,1 g/dL, 18,4 g/dL, 18,4 g/dL, 18,4 g/dL, 18,6 g/dL, 19,6 g/dL, 20,3 g/dL dan 20,8 g/dL) dan 35,7% (5 dari total 14 pekerja) memiliki kadar hemoglobin masih dalam kadar hemoglobin normal. Nilai

normal kadar hemoglobin untuk laki-laki dewasa yaitu 13-18 g/dL (Ummah et al. 2024). Kadar hemoglobin yang lebih dari normal dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti usia, jenis kelamin dan metabolisme besi dalam tubuh (Jacobus et al. 2016). Peningkatan kadar hemoglobin juga bisa disebabkan oleh kondisi *hipoksia* atau kondisi kekurangan tekanan parsial oksigen (PO_2) (Waani et al. 2014). Sedangkan pada pemeriksaan hematokrit didapatkan 28,6% (4 dari total 14 pekerja) memiliki kadar hematokrit yang lebih dari normal yaitu (56%, 59%, 60%, 61%) dan 71,4% (10 dari total 14 pekerja) yang memiliki kadar hematokrit normal. Nilai normal hematokrit pada laki-laki dewasa yaitu 40-54% (Maharani & Eka, 2020). Peningkatan kadar hematokrit umumnya ditemukan pada kasus demam berdarah dengue (DBD) yang mengindikasikan kondisi syok, *polistemia*, dan *hipoksia*. Peningkatan kadar hematokrit juga sering dikaitkan dengan kondisi kehilangan banyak cairan dalam tubuh atau dehidrasi (Rottie et al. 2015). Pemeriksaan kadar hemoglobin dan hematokrit pada penelitian ini menggunakan metode *Point of Care Testing* (POCT) karena dapat memberikan hasil yang cepat, tidak memerlukan reagen tambahan, dan harga alatnya yang terjangkau. Sejalan dengan penelitian Saputri dkk yang menyatakan bahwa metode POCT memiliki kelebihan yaitu tidak membutuhkan reagen dalam pemeriksaannya, hasil pengukuran yang cepat (10 detik) (Saputri et al. 2023). Namun terdapat juga kekurangan dari metode ini yaitu akurasi dan presisi kurang baik, akurasi dan presisi belum ada standar, dan proses quality control yang belum baik (Gusmayani et al. 2021).

Berdasarkan Uji korelasi *Spearman's rho* didapatkan nilai signifikansi ($p > 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat adanya hubungan yang bermakna antara kadar timbal dalam darah dengan kadar hemoglobin dan

hematokrit. Sejalan dengan penelitian Annashr bahwa kadar timbal darah tidak mempunyai korelasi bermakna dengan kadar hemoglobin dalam tubuh dengan nilai signifikansi ($p\text{-value} = 0.918$). Hasil dalam penelitian ini juga menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar timbal dalam darah dengan kadar hematokrit dengan nilai signifikansi yang didapatkan yaitu ($p\text{-value} = 0.385$) (Annashr et al. 2020). Temuan serupa juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmed & Banafa tahun 2023 yang menyatakan bahwa tidak terdapat korelasi antara kadar timbal dalam darah dengan kadar hemoglobin ($p\text{-value} = 0.712$) dan kadar hematokrit ($p\text{-value} = 0.308$). Berbeda dengan dua penelitian sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Hsieh et al., tahun 2017 pada pekerja pabrik timbal di Taiwan menyatakan bahwa *blood lead levels* atau kadar timbal dalam darah memiliki korelasi yang signifikan dengan semua indikator hematologi termasuk hematokrit ($p < 0.001$), hemoglobin ($p < 0.001$), eritrosit ($p < 0.05$), MCV ($p < 0.01$), MCH ($p < 0.01$) dan MCHC ($p < 0.05$).

Analisis hubungan masa kerja dengan kadar timbal dalam darah menggunakan uji korelasi *Spearman's rho* juga didapatkan nilai signifikansi ($p > 0.05$) yang artinya tidak terdapat adanya hubungan yang bermakna antar variabel. Sebagian besar pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari 10 tahun tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap peningkatan kadar timbal dalam darah yang mengakibatkan penurunan kadar hemoglobin dan hematokritnya. Hasil ini konsisten dengan penelitian Qoriah et al., tahun 2015 yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan kadar timbal darah dengan nilai signifikansi ($p\text{-value} = 0.100$). Sejalan juga dengan penelitian Pusparini et al., tahun 2016 yang menyatakan tidak ada korelasi bermakna antara masa kerja

dengan kadar Pb dalam darah dengan nilai signifikansi ($p\text{-value} = 0.106$). Hasil yang menyatakan tidak terdapat adanya hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan kadar timbal dalam darah pada penelitian ini dapat disebabkan karena ruang lingkup penelitian yang sangat terbatas, hanya dilakukan pada pekerja yang berada di wilayah Padukuhan Kajeen yang mengakibatkan data yang diperoleh kurang variatif. Faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan hubungan yang tidak signifikan adalah aktivitas lain seperti olahraga, asupan makanan bergizi yang dapat mengeksresi racun timbal dalam tubuh.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja industri keramik di Padukuhan Kajeen memiliki kadar timbal darah dalam batas normal, dengan hanya satu pekerja yang melebihi ambang batas. Tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara kadar timbal darah dengan kadar hemoglobin maupun hematokrit, serta antara masa kerja dengan kadar timbal darah ($p > 0,05$). Temuan ini mengindikasikan bahwa pada kelompok pekerja ini, paparan timbal dan lama masa kerja belum berpengaruh signifikan terhadap parameter hematologi yang diukur, meskipun pemantauan paparan timbal dan faktor-faktor lain yang berpotensi memengaruhi hemoglobin dan hematokrit tetap diperlukan.

Saran

Penelitian selanjutnya perlu melibatkan sampel yang lebih besar serta mempertimbangkan faktor lain seperti asupan gizi, kebiasaan merokok, dan kondisi lingkungan kerja untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif. Penguatan prosedur quality control laboratorium juga disarankan agar

hasil pemeriksaan lebih akurat dan dapat diandalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S.A., Khan, M.H., & Rahman, M. (2019). Occupational Lead Exposure And Its Impact On Blood Parameters Among Battery Industry Workers. *Journal of Occupational Health*, 61(2), 167-175. <https://doi.org/10.1556/aphysiol.95.2008.4.6>
- Ahmed, A.A.Y., Banafa, A.M. (2023). Associations Of Exposure To Lead With Hematological Change Among Petrol Station Workers In Sana'a City-Yemen. *Journal of Medical and Health Sciences*, 17(2), 13-21. https://www.researchgate.net/publication/376792189_Associations_of_Exposure_to_Lead_with_Hematological_Change_among_Petrol_Station_Workers_in_Sana'a_City-Yemen
- Annashr, N.N., Djaja, I.M., & Kusharisupeni. (2020). Hubungan Antara Kadar Timbal Dalam Darah Dan Profil Darah Pada Anak Sekolah Dasar (SD) Cinangka, Kabupaten Bogor. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 20(1), 95-106. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v20i1.558>
- Ardillah, Y. (2016). Faktor Risiko Kandungan Timbal Di Dalam Darah. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 7(3), 150-155. <https://doi.org/10.26553/jikm.2016.7.3.150-155>
- Carocci A, Catalano A, Lauria G, Sinicropi MS, Genchi G. (2016). Lead Toxicity, Antioxidant Defense And Environment: Reviews Of Environmental Contamination And Toxicology. *Springer*, 238(1), 45-67. https://doi.org/10.1007/398_2015_5003
- Gusmayani, Y., Anggraini, H., Nuroini, F. (2021). Perbedaan Kadar Kolesterol Serum Metode Spektrofotometri Dan Metode Point Of Care Testing (POCT). *Jurnal Labora Medika*, 5(1), 24-28. <https://doi.org/10.26714/jlabmed.5.1.2021.24-28>
- Hsieh, N., Chung, S., Chen, S., Chen, W., Cheng, Y., Lin, Y., You, S., & Liao. (2017). Anemia Risk In Relation To Lead Exposure In Lead-Related Manufacturin. *BMC Public Health*, 17(389), 1-12. <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-017-4315-7>
- Jacobus, M.C., Mantik, M.F.J., & Umboh, A. (2016). Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Remaja Gizi Baik Yang Tinggal Di Pegunungan Dengan Yang Tinggal Di Tepi Pantai. *Jurnal e-Clinic*, 4(1), 1-6. <https://doi.org/10.35790/ecl.v4i1.11696>
- Kumar, S., Patel, R., & Singh, N. (2017). Nutritional Factors Affecting Hemoglobin Sinthesis: A Comprehensive Review. *International Journal of Hematology Research*, 3(1), 15-22.
- Lee, J. H., Kim, S.Y., & Park, H.J. (2022). Impact Of Chronic Diseases On Hemoglobin Levels: A Multicenter Study. *Journal of Clinical Medicine*, 11(3), 724-732.
- Lubis, B., Nelly, S., Nafianti, O., & Panjaitan, F. M. (2013) Hubungan Keracunan Timbal Dengan Anemia Defisiensi Besi Pada Anak. *Jurnal Kedokteran*, 40(1), 17-21. <https://lib.fkm.ui.ac.id/detail?id=100288>
- Maharani, E.A., & Eka, A.M. (2020).

- Hematologi Teknologi Laboratorium Medik. Jakarta: EGC.
- Pahlawan, S.D., & Keman, S. (2014). Korelasi Kadar Plumbum Darah Dengan Kadar Hemoglobin Dan Hematokrit. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 7(2), 159-165. <https://lib.fkm.ui.ac.id/detail?id=121831&lokasi=lokal>
- Pratiwi, D.Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59-65. <https://doi.org/10.24198/akuatek.v1i1.28135>
- Prihatin, A.W., Prasetya, A.T., Sumarni, W. (2017). Validasi Metode Analisis Mn Dalam Sedimen Sungai Kaligarang Dengan ICP-OES Dan GFAAS. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(1), 19-26.
- 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. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 758-766. <https://doi.org/10.14710/jkm.v4i3.13533>
- Qoriah, D.I., Setiani, O., Dewanti, N.A.Y. (2015). Hubungan Antara Masa Kerja Dengan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Pekerja Industri Pengecoran Logam CV. Bonjor Jaya Di Desa Batur, Ceper, Klaten. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3), 688-701. <https://doi.org/10.14710/jkm.v3i3.12635>
- Rottie, Y.S., Mantik, M.F.J., & Runtunuwu AL. (2015). Profil Hematologi Pada Penderita Diare Akut Yang Dirawat Di Bagian Ilmu Kesehatan Anak RSUD Prof Dr D Kandou Manado Periode November 2010- November 2011. *Jurnal e-Clinic*, 3(3), 838-844. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/eclinic/article/view/10480>
- Sadeghi, H.R., Ghomashlooyan, M., Azami, M., & Ghalesefidi. (2014). The Relationship Between Blood Lead Level With Iron Status And Hemopoietic Parameters In Smoker And Non-Smoker Workers At Lead Battery Factory. *Springer-Verlag London*, 24(5), 1111-1115. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00580-014-2041-4>
- Saputri, R.I., Sulistiyowati, R., Sudarsono, T.A., & Rahaju, M. (2023). Perbandingan Kadar Glukosa Darah Puasa (Metode GOD-PAP Dengan Metode Strip) Pada Penderita Diabetes Melitus Di Puskesmas Sokaraja. *Jurnal Analis Kesehatan*, 5(2), 47-51. <https://www.polbinhus.ac.id/jurnal/analiskesehatankendari/article/view/193/149>
- Ummah, W., Kuswandari, E., Utami, W.T. (2024). Penyuluhan Dan Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Dengan Metode POCT (*Point of Care Testing*) Sebagai Upaya Pencegahan Anemia Bagi Masyarakat Di RT 03 RW 06 Kelurahan Tlogomas Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Abdi Masyarakat*, 2(1), 326-331. <https://doi.org/10.62085/jms.v2i1.72>
- United Nations Children's Fund and Pure Earth. (2020). Kenyataan Yang Tercemar: Rusaknya Satu Generasi Potensial Masa Depan Akibat Paparan Polusi Timbal. New York. Available from: <https://www.unicef.org/indonesia/id/laporan/kenyataan-yang-tercemar>. (cited 2025 jul 17).
- Waani, A., Engka, J.N., & Supit. (2014). Kadar Hemoglobin Pada Orang Dewasa Yang Tinggal Di Dataran Tinggi Dengan Ketinggian Yang

- Berbeda. *Jurnal e-Biomedik*, 2(2), 471-475.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/article/view/5001>
- Wilson, D.B., Carter, R.N., & Smith, A.J.(2019). Lifestyle Factors Affecting Hemoglobin Levels In Healthy Adults. *Journal of Clinical Nutrition*, 89(3), 456-463.
- Witcahyo, E. (2013). Kadar Timbal Dalam Darah Dan Kebijakan Pencegahan Pada Pengemudi Lynkadar Timbal Dalam Darah Dan Kebijakan Pencegahan Pada Pengemudi Layanan TV Kota Surabaya. *Journal of Chemical Information and Modelling*, 53(9), 1689-1699.
<https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/74326>
- World Health Organization. (2021). Lead Poisoning And Health: WHO Fact Sheets. Available from: <https://Www.Who.Int/News-Room/Fact-Sheets/Detail/Lead-poisoning-and-health>. (cited 2025 apr 21).
- World Health Organization. (2007). Lead Exposure In Children. *Geneva*.
- World Health Organization. (2021). WHO Guidance To Reduce Illnes Due To Lead Exposure. Aavailable from: <https://www.who.int/news/item/27-10-2021-WHO-guidance-to-reduce-illness-due-to-lead-exposure>. (cited 2025 jul 04).
- Zhang, L., Whang, X., & Li, H. (2021). Lead Exposure And Hematopoietic System: Mechanism Of Toxicity And Biomarkers Of Effect. *Toxicology Research*, 10(2), 156-170.
<https://doi.org/10.5620/eaht.2022007>
- Zhang, L., Wu, Y., & Liu, X. (2021). Longitudinal Changes In Hematological Parameters Among Lead-Exposed Workers: A 5-Year Follow-Up Study. *International Archives Of Occupational And Environmental Health*, 94(5), 1023-1032.