

HUBUNGAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH TERHADAP JUMLAH ERITROSIT DAN NILAI HEMATOKRIT PADA PEKERJA BENGKEL

¹Candra Wijaya, ²Thaslifa, ³Nuramaniyah Taufiq

Data Penulis

1. Candra Wijaya: Program studi Diploma Tiga (III) Teknologi laboratorium medis
Fakultas teknologi kesehatan Universitas Megarezky, Jl. Antang Raya No. 43
Makassar, Sulawesi Selatan-90245
E-mail : candrawjya1102@gmail.com
2. Thaslifa S.Si.,M.Sc : Program studi Diploma Tiga (III) Teknologi Laboratorium
Medis Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky, Jl. Antang Raya No. 43
Makassar,Sulawesi Selatan-90245
E-mail : thaslifa@gmail.com
3. Nuramaniyah Taufiq S.Si.,M.Si : Program Studi Diploma Tiga (III) Teknologi
Laboratorium Medis Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky, Jl.
Antang Raya No. 43 Makassar, Sulawesi Selatan-90245
E-mail : -

Abstrak

Timbal (Pb) merupakan logam berat toksik yang dapat memengaruhi sistem hematopoietik, termasuk pembentukan eritrosit dan nilai hematokrit. Pekerja bengkel memiliki risiko tinggi terpapar timbal melalui inhalasi, ingesti, dan kontak kulit karena aktivitas sehari-hari yang berhubungan dengan bahan bakar, oli, dan aki. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar timbal dalam darah terhadap jumlah eritrosit dan nilai hematokrit pada pekerja bengkel motor di Jalan Antang Raya Kota Makassar. Penelitian ini menggunakan desain analitik dengan pendekatan korelasional. Sampel terdiri atas 36 pekerja bengkel yang memenuhi kriteria inklusi. Pemeriksaan kadar timbal dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), sedangkan pemeriksaan jumlah eritrosit dan nilai hematokrit menggunakan hematology analyzer. Data dianalisis dengan uji korelasi Spearman. Hasil penelitian menunjukkan kadar timbal darah pekerja bengkel melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan WHO, dengan rata-rata 7,12 $\mu\text{g/dL}$. Nilai korelasi antara kadar timbal dengan jumlah eritrosit adalah $r = -0,306$ ($p = 0,070$), sedangkan dengan hematokrit adalah $r = -0,233$ ($p = 0,172$). Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara kadar timbal darah dan jumlah eritrosit maupun hematokrit, namun tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$), Maka H_0 diterima. Disimpulkan bahwa paparan timbal pada pekerja bengkel dapat berdampak pada penurunan parameter hematologi, meskipun pada penelitian ini belum terbukti signifikan.

Kata Kunci: Timbal (Pb), pekerja bengkel, eritrosit, hematokrit

Abstract

Lead (Pb) is a toxic heavy metal that can affect the hematopoietic system, including erythrocyte formation and hematocrit values. Workshop workers are at high risk of lead exposure through inhalation, ingestion, and skin contact due to daily activities related to fuel, oil, and batteries. This study aims to determine the relationship between blood lead levels and erythrocyte counts and hematocrit values in motorcycle workshop workers on Jalan Antang Raya, Makassar City. This study used an analytical design with a correlational approach. The sample consisted of 36 workshop workers who met the inclusion criteria. Lead levels were examined using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method, while erythrocyte counts and hematocrit values were examined using a hematology analyzer. Data were analyzed using the Spearman correlation test. The results showed that blood lead levels in workshop workers exceeded the threshold value set by WHO, with an average of 7.12 $\mu\text{g/dL}$. The correlation between lead levels and erythrocyte count was $r = -0.306$ ($p = 0.070$), while with hematocrit it was $r = -0.233$ ($p = 0.172$). These results indicate a negative correlation between blood lead levels and both erythrocyte count and hematocrit, but it was not statistically significant ($p > 0.05$). Therefore, H_0 was accepted. It was concluded that lead exposure in workshop workers may impact hematological parameters, although this study did not prove significant.

Keywords: *Lead (Pb), workshop workers, erythrocytes, hematocrit*

Pendahuluan

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang bersifat toksik dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam ini banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk pada aktivitas bengkel, karena terdapat dalam bahan bakar, cat, pelumas, aki, dan komponen kendaraan bermotor. Paparan timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi, ingesti, maupun kontak kulit. WHO menyatakan bahwa tidak ada ambang batas paparan timbal yang benar-benar aman bagi kesehatan manusia, karena meskipun pada kadar rendah, logam ini tetap dapat menimbulkan efek toksik secara kumulatif (WHO, 2021).

Di dalam tubuh, timbal memiliki afinitas tinggi terhadap jaringan tulang, ginjal, hati, dan darah. Salah satu target utama dari toksisitas timbal adalah sistem hematopoietik, khususnya proses pembentukan sel darah merah (eritrosit). Paparan timbal dapat menghambat enzim *δ-aminolevulinic acid dehydratase* (ALAD) dan ferrokelatase yang berperan penting dalam sintesis hemoglobin, sehingga berpotensi menurunkan jumlah eritrosit dan kadar hematokrit. Akibatnya, pekerja yang terpapar timbal dalam jangka panjang berisiko mengalami anemia, gangguan transportasi oksigen, dan penurunan kapasitas kerja (Nurhayati, 2020).

Pekerja bengkel merupakan salah satu kelompok dengan risiko tinggi terpapar timbal. Hal ini disebabkan oleh lingkungan kerja yang kerap berhubungan dengan knalpot kendaraan, oli bekas, serta proses perbaikan aki yang mengandung timbal. Penelitian oleh Nurhayati dkk. (2020) menunjukkan bahwa kadar timbal darah pekerja bengkel secara signifikan lebih tinggi dibandingkan masyarakat umum, dengan dampak berupa perubahan parameter hematologi. Penelitian lain oleh Agustina dkk. (2021) melaporkan adanya hubungan bermakna antara paparan timbal dan kadar hemoglobin serta hematokrit pada pekerja sektor otomotif.

Jumlah eritrosit dan hematokrit merupakan parameter penting dalam pemeriksaan darah rutin. Eritrosit berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan, sedangkan hematokrit menggambarkan proporsi volume eritrosit terhadap plasma. Kedua parameter ini sering digunakan sebagai indikator gangguan hematologi akibat pajanan zat toksik. Hubungan antara timbal dengan perubahan jumlah eritrosit dan hematokrit menjadi penting untuk diteliti, terutama pada kelompok pekerja bengkel yang berisiko tinggi terpapar logam tersebut (Agustina, 2021).

Hasil

Berdasarkan distribusi jenis kelamin didapatkan semua responden berjenis kelamin laki-laki sebanyak 36 responden dengan nilai presentase 100%

Tabel 4. 1 Karakteristik Responden

| Kategori | Frekuensi | Presentase (%) |
|-------------------------|-----------|----------------|
| Umur (Tahun) | | |
| 23-28 | 9 | 25 |
| 29-34 | 8 | 22,22 |
| >35 | 19 | 52,78 |
| Total | 36 | 100,0 |
| Kategori Perokok | | |
| Ringan | 15 | 42,9 |
| Sedang | 12 | 31,4 |
| Berat | 9 | 25,7 |
| Total | 36 | 100,0 |
| Lama Paparan | | |
| 1-5 tahun | 9 | 25,0 |
| 6-10 tahun | 5 | 13,9 |
| >11 tahun | 22 | 61,1 |
| Total | 36 | 100,0 |

Berdasarkan Tabel 4.1 mengenai karakteristik responden, diketahui bahwa kelompok umur responden sebagian besar berada pada usia **lebih dari 35 tahun** yaitu sebanyak **19 orang (52,78%)**, kemudian diikuti oleh kelompok usia **23–28 tahun** sebanyak **9 orang (25%)**, dan kelompok usia **29–34 tahun** sebanyak **8 orang (22,22%)**.

Berdasarkan kategori kebiasaan merokok, responden paling banyak termasuk perokok **ringan** sebanyak **15 orang (42,9%)**, diikuti perokok **sedang** sebanyak **12 orang (31,4%)**, dan perokok **berat** sebanyak **9 orang (25,7%)**. Sedangkan pada variabel lama paparan, responden terbanyak memiliki masa kerja **lebih dari 11 tahun** yaitu sebanyak **22 orang (61,1%)**, diikuti oleh masa kerja **1–5 tahun** sebanyak **9 orang (25%)**, dan masa kerja **6–10 tahun** sebanyak **5 orang (13,9%)**.

Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas responden berusia lebih dari 35 tahun, memiliki kebiasaan merokok kategori ringan, dan telah bekerja dengan paparan timbal lebih dari 11 tahun. Kondisi ini dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan hematokrit dan eritrosit karena faktor usia, kebiasaan merokok, dan lama paparan merupakan faktor risiko terhadap perubahan profil darah.

4.2 Kadar Timbal Pada Pekerja Bengkel motor

| Kadar Timbal | n | Min | Max | Median |
|--------------|----|------|------|--------|
| ≤ 0.5 µg/dL | 0 | 0 | 0 | 0 |
| > 0.5 µg/dL | 36 | 6.40 | 7.45 | 7.138 |

Berdasarkan Tabel 4.2 tentang kadar timbal pada pekerja bengkel motor, seluruh responden (36 orang) memiliki kadar timbal darah di atas 0,5 $\mu\text{g/dL}$, dengan tidak terdapat responden yang memiliki kadar timbal $\leq 0,5 \mu\text{g/dL}$. Kadar timbal darah pada kelompok ini memiliki nilai minimum 6,40 $\mu\text{g/dL}$ dan maksimum 7,45 $\mu\text{g/dL}$, dengan nilai median 7,138 $\mu\text{g/dL}$. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh pekerja bengkel motor dalam penelitian ini memiliki kadar timbal darah yang relatif tinggi dan melebihi ambang batas yang ditentukan.

4.3 Kadar eritrosit pada pekerja bengkel motor

| Kadar ($10^6 / \mu\text{L}$ darah) | n | Min | Max | Median |
|-------------------------------------|-----------|------|------|--------|
| Eritrosit | | | | |
| Normal | 8 | 3.03 | 6.90 | 5.1833 |
| Tidak normal | 28 | | | |
| Total | 36 | | | |

Berdasarkan Tabel 4.3 mengenai kadar eritrosit pada pekerja bengkel motor, diketahui bahwa responden dengan kadar eritrosit **normal sebanyak 8 orang**, sedangkan responden dengan kadar eritrosit **tidak normal sebanyak 28 orang**, sehingga total keseluruhan responden adalah **36 orang**. Nilai eritrosit terendah yang tercatat adalah **3,03 juta/ μL** , sedangkan nilai tertinggi mencapai **6,90 juta/ μL** . Nilai median kadar eritrosit yang diperoleh adalah **5,18 juta/ μL** . Data ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki kadar eritrosit tidak normal dengan rentang nilai yang cukup lebar antara nilai terendah dan tertinggi.

4.4 Kadar hematokrit pada pekerja bengkel

| Kadar | n | Min | Max | Median |
|-------------------|-----------|-------|-------|---------|
| Hematokrit | | | | |
| Normal | 5 | 25,00 | 53,50 | 42,9917 |
| Tidak normal | 31 | | | |
| Total | 36 | | | |

Berdasarkan Tabel 4.4 mengenai kadar hematokrit pada pekerja bengkel, diketahui bahwa responden dengan kadar hematokrit **normal sebanyak 5 orang**, sedangkan responden dengan kadar hematokrit **tidak normal sebanyak 31 orang**, sehingga total keseluruhan responden adalah **36 orang**. Nilai hematokrit terendah yang tercatat adalah **25,00%**, sedangkan nilai tertinggi mencapai **53,50%**. Nilai median kadar hematokrit yang diperoleh adalah **42,99%**. Data ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki kadar hematokrit **tidak normal** dengan rentang nilai yang cukup lebar antara nilai terendah dan tertinggi.

1. Hubungan Kadar Timbal Dalam Darah Terhadap Jumlah Eritrosit Dan nilai Hematokrit Pada Pekerja Bengkel

Berdasarkan analisis hubungan kadar timbal terhadap kadar eritrosit dan nilai hematokrit dalam darah pada pekerja bengkel motor di Jalan Antang Raya Kota Makassar.

Tabel 4. 5 Hubungan kadar timbal dalam darah terhadap jumlah eritrosit

| Variabel | <i>p</i> | <i>r</i> |
|-------------------------------|----------|----------|
| Kadar Timbal dengan Eritrosit | 0,070 | -,306 |

Berdasarkan Tabel 4.5, hasil uji korelasi antara kadar timbal dalam darah dengan jumlah eritrosit menunjukkan nilai **p = 0,070** dan nilai koefisien korelasi **r = -0,306**. Nilai *p* yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa secara statistik **tidak terdapat hubungan yang signifikan** antara kadar timbal dalam darah dengan jumlah eritrosit pada responden. Namun demikian, nilai *r* negatif menunjukkan adanya kecenderungan hubungan **berlawanan (korelasi negatif)**, artinya semakin tinggi kadar timbal dalam darah maka jumlah eritrosit cenderung menurun, meskipun hubungan ini **lemah dan tidak signifikan secara statistik**.

Tabel 4. 6 Hubungan kadar timbal dalam darah terhadap jumlah Hematokrit

| Variabel | <i>p</i> | <i>r</i> |
|--------------------------------|----------|----------|
| Kadar Timbal dengan Hematokrit | 0,172 | -,233 |

Berdasarkan Tabel 4.6, hasil uji korelasi antara kadar timbal dalam darah dengan jumlah hematokrit menunjukkan nilai **p = 0,172** dan nilai koefisien korelasi **r = -0,233**. Nilai *p* yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa secara statistik **tidak terdapat hubungan yang signifikan** antara kadar timbal dalam darah dengan jumlah hematokrit pada responden. Namun, nilai *r* negatif menunjukkan adanya kecenderungan hubungan **berlawanan (korelasi negatif)**, artinya semakin tinggi kadar timbal dalam darah maka jumlah hematokrit cenderung menurun, meskipun hubungan ini **lemah dan tidak signifikan secara statistik**.

Pembahasan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara paparan logam timbal berat dengan penurunan kadar eritrosit, dan tidak adanya hubungan antara logam berat dengan nilai jumlah hematokrit pada pekerja bengkel. Paparan timbal dapat menghambat enzim penting dalam pembentukan heme (komponen hemoglobin), seperti *δ-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD)* dan *ferrochelatase*, yang membuat produksi hemoglobin terganggu sehingga eritrosit yang dihasilkan bisa lebih sedikit. Sedangkan pada hematokrit tidak menunjukkan hubungan signifikan karena nilainya dipengaruhi banyak faktor lain seperti volume plasma, ukuran sel, status hidrasi, dan mekanisme kompensasi tubuh. Meskipun eritrosit turun perubahan itu bisa tertutupi oleh faktor-faktor tersebut sehingga hematokrit tampak tidak berubah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan timbal terhadap jumlah eritrosit dan nilai hematokrit dalam darah pada pekerja bengkel motor di jalan Antang Raya, kota makassar. Berdasarkan Tabel 4.1 mengenai karakteristik responden, diketahui bahwa kelompok umur responden sebagian besar berada pada usia **lebih dari 35 tahun** yaitu sebanyak **19 orang (52,78%)**, kemudian diikuti oleh kelompok usia **23–28 tahun** sebanyak **9 orang (25%)**, dan kelompok usia **29–34 tahun** sebanyak **8 orang (22,22%)**. Mayoritas responden berusia di atas 35 tahun, perokok ringan, serta telah bekerja lebih dari 11 tahun. Dalam toksikologi kerja, usia, lama paparan, dan kebiasaan merokok merupakan faktor penting yang memengaruhi akumulasi timbal dan perubahan profil hematologi. Timbal bersifat akumulatif sehingga pekerja yang lebih tua dan terpapar lebih lama berisiko tinggi mengalami gangguan darah. Penelitian Ahmad et al. (2021) di industri cat menemukan mayoritas pekerja dengan paparan >10 tahun menunjukkan kadar timbal lebih tinggi dan anemia lebih sering dibanding pekerja <5 tahun. Kesamaan ini mungkin karena mekanisme akumulasi timbal serupa pada pekerja di lingkungan berisiko tinggi. Perbedaan dapat terjadi bila standar ventilasi dan APD berbeda atau pekerja memiliki kebiasaan hidup lebih sehat.

Berdasarkan tabel 4.2 hasil pemeriksaan kadar timbal dalam darah yang dilakukan pada 36 responden pekerja bengkel motor, didapatkan bahwa seluruh responden memiliki kadar timbal darah di atas 0,5 µg/dL. Nilai minimum kadar timbal adalah 6,40 µg/dL, nilai maksimum 7,45 µg/dL, dan nilai median 7,1264 µg/dL. Tidak ada pekerja bengkel motor yang memiliki kadar timbal ≤ 0,5 µg/dL. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh responden terpapar timbal pada kadar yang melebihi ambang batas rendah yang ditetapkan.

Temuan ini mengindikasikan adanya paparan timbal kronis pada pekerja bengkel motor. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi debu logam, uap knalpot, oli bekas, cat, serta kontak langsung dengan bahan yang mengandung timbal. Paparan tersebut bersifat akumulatif sehingga kadar dalam darah meningkat seiring lama kerja dan kebiasaan higienis pekerja. Menurut Khan et al. (2023), rata-rata kadar timbal darah mekanik otomotif di Pakistan adalah $3,79 \pm 2,21$ µg/dL. Dengan demikian, kadar timbal pekerja bengkel motor pada penelitian ini berada di atas nilai referensi rendah (WHO menyebutkan tidak ada kadar timbal yang benar-benar aman) tetapi lebih rendah dibanding kadar yang ditemukan di beberapa negara berkembang lainnya (Khan et al., 2023).

Paparan timbal pada pekerja bengkel motor dapat menimbulkan gangguan kesehatan jangka panjang, antara lain anemia, gangguan fungsi ginjal, hipertensi, gangguan saraf perifer, gangguan reproduksi, dan penurunan fungsi kognitif. Paparan timbal juga dapat menghambat

aktivitas *enzim δ -aminolevulinic acid dehydratase (ALAD)* sehingga mengganggu sintesis hemoglobin. Penelitian di Padang mengenai kadar timbal pada rambut pekerja bengkel motor juga menunjukkan adanya akumulasi Pb yang lebih tinggi pada pekerja dibandingkan masyarakat umum, yang menguatkan temuan penelitian ini. Hasil penelitian ini selaras dengan teori paparan timbal pada lingkungan kerja otomotif. Menurut ILO dan WHO, faktor risiko paparan logam berat pada bengkel otomotif meliputi kurangnya ventilasi, tidak menggunakan alat pelindung diri (masker respirator, sarung tangan), kebiasaan merokok atau makan di tempat kerja, serta durasi kerja yang panjang. Oleh sebab itu, hasil penelitian ini mendukung pentingnya pengendalian faktor lingkungan dan perilaku pekerja untuk menurunkan paparan timbal.

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa dari total 36 pekerja bengkel motor, sebanyak 8 orang memiliki kadar eritrosit normal sedangkan 28 orang memiliki kadar eritrosit tidak normal. Nilai minimum eritrosit tercatat 3,03 juta/ μ L, nilai maksimum 6,90 juta/ μ L, dan nilai median 5,1833 juta/ μ L. Data ini menunjukkan mayoritas pekerja mengalami kadar eritrosit yang tidak normal. Kadar eritrosit yang tidak normal pada pekerja bengkel motor kemungkinan disebabkan oleh paparan timbal (Pb) yang bersifat toksik terhadap sistem hematopoietik. Timbal dapat menghambat *enzim δ -aminolevulinic acid dehydratase (ALAD)* yang berperan dalam sintesis heme sehingga mengganggu pembentukan hemoglobin dan eritrosit. Proses ini dapat memicu anemia normositik atau mikrositik pada paparan kronis. Selain itu, faktor status gizi, asupan zat besi, kondisi kesehatan umum, dan lama paparan kerja turut mempengaruhi jumlah eritrosit pekerja. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Maharani, D., Arifin, Z., & Susilo, 2019) yang menyatakan paparan timbal berhubungan dengan penurunan eritrosit pada pekerja bengkel di Surabaya. (Hidayat, R., 2020) juga menemukan bahwa pekerja yang terpapar timbal memiliki risiko anemia yang lebih tinggi dibanding kelompok kontrol. Sementara itu (Lestari, I., & Fitriani, 2018) di Palembang melaporkan paparan timbal darah mempengaruhi hemoglobin dan eritrosit secara signifikan pada pekerja bengkel.

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa dari 36 responden, sebanyak 5 orang (13,9%) memiliki kadar hematokrit normal, sedangkan 31 orang (86,1%) memiliki kadar hematokrit tidak normal dengan nilai minimum 25,00%, maksimum 53,50% dan median 42,99%. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja bengkel mengalami kadar hematokrit yang berada di luar batas normal, baik berupa penurunan maupun peningkatan hematokrit. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Pratiwi et al., 2021) di Makassar yang menunjukkan montir bengkel motor memiliki nilai hematokrit lebih tinggi dibanding rata-rata kelompok kontrol akibat paparan kronis dari asap kendaraan bermotor dan bahan kimia di bengkel. Paparan tersebut dapat memicu stres oksidatif, hipoksia jaringan, dan adaptasi tubuh berupa peningkatan produksi eritrosit yang pada akhirnya memengaruhi hematokrit. Penelitian (Sudarma, N., & Bintara, 2023) di Karangasari, Karangasem, Bali juga menunjukkan adanya pengaruh paparan timbal pada profil darah pekerja bengkel, termasuk parameter hematologi. Pekerja dengan kadar timbal darah lebih tinggi cenderung memiliki perubahan pada hematokrit dan eritrosit dibanding kelompok kontrol. Perubahan hematokrit ini juga didukung oleh (Subur Wibowo & Suparyati, 2022) yang menemukan bahwa paparan asap kendaraan bermotor di lingkungan bengkel memengaruhi jumlah eritrosit pekerja. Walaupun studi tersebut lebih fokus pada eritrosit, efeknya secara tidak langsung berpengaruh pada nilai hematokrit. Secara fisiologis, timbal dan polutan bengkel dapat mengganggu proses hematopoiesis disussum tulang, memicu hemolisis, dan meningkatkan pembentukan eritrosit sebagai mekanisme kompensasi. Paparan jangka panjang dapat menimbulkan baik anemia maupun polisitemia relatif, yang akan

tampak pada nilai hematokrit pekerja bengkel. Oleh karena itu, hasil penelitian ini mendukung literatur bahwa pekerja bengkel motor merupakan kelompok yang berisiko mengalami perubahan hematokrit akibat paparan bahan kimia dan polutan kerja.

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui nilai $p = 0,070$ dan nilai $r = -0,306$. Nilai p lebih besar dari $0,05$ menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar timbal dalam darah dengan jumlah eritrosit pada pekerja bengkel motor. Meskipun demikian, nilai korelasi r negatif ($-0,306$) menunjukkan adanya arah hubungan negatif lemah, artinya semakin tinggi kadar timbal darah cenderung diikuti dengan penurunan jumlah eritrosit, namun tidak cukup kuat untuk dianggap signifikan. Secara fisiologis, paparan timbal dapat memengaruhi sistem hematopoiesis. Timbal menghambat enzim *delta-aminolevulinic acid dehydratase* (ALA-D) dan *ferrochelatase* yang penting dalam sintesis heme, sehingga produksi hemoglobin dan eritrosit dapat terganggu. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menyebabkan anemia hipokromik atau perubahan jumlah eritrosit. Namun, efek ini dapat bervariasi tergantung lama paparan, konsentrasi timbal, status gizi, serta mekanisme kompensasi tubuh. Penelitian (Sudarma, N., & Bintara, 2023) di Banjar Karangsari Karangasem-Bali menemukan bahwa pekerja bengkel dengan kadar timbal darah yang lebih tinggi cenderung mengalami perubahan parameter darah termasuk eritrosit dibandingkan kelompok kontrol. Hasil serupa juga ditemukan oleh (Subur Wibowo & Suparyati, 2022) yang menyatakan bahwa paparan asap kendaraan bermotor berpengaruh terhadap jumlah eritrosit pada pekerja bengkel motor. Meskipun studi-studi ini menunjukkan adanya efek, pada penelitian ini efek tersebut belum signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung literatur bahwa paparan timbal berpotensi memengaruhi eritropoiesis, tetapi pada sampel yang diteliti belum terlihat efek yang signifikan. Hal ini bisa dipengaruhi oleh faktor usia, lama bekerja, penggunaan alat pelindung diri, atau variasi individual pekerja bengkel motor.

Berdasarkan Tabel 4.6 diperoleh nilai $p = 0,172$ dan $r = -0,233$. Nilai p lebih besar dari $0,05$ menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar timbal dalam darah dengan nilai hematokrit pada pekerja bengkel motor. Sementara itu nilai korelasi r negatif ($-0,233$) menunjukkan adanya arah hubungan negatif lemah, artinya semakin tinggi kadar timbal darah cenderung diikuti penurunan hematokrit, namun hubungan ini tidak kuat dan tidak signifikan. Secara fisiologis, timbal dapat memengaruhi proses hematopoiesis di sumsum tulang. Timbal menghambat enzim-enzim penting pada sintesis heme yang dapat mengakibatkan gangguan pembentukan eritrosit dan memengaruhi nilai hematokrit. Paparan kronis juga dapat menimbulkan hemolisis sel darah merah, sehingga hematokrit menurun. Namun pengaruh timbal pada hematokrit dapat bervariasi tergantung tingkat paparan, lama bekerja, status gizi, dan kondisi kesehatan pekerja, sehingga tidak selalu menunjukkan hubungan signifikan.

Penelitian (Pratiwi et al., 2021) di Makassar menunjukkan bahwa montir bengkel motor memiliki nilai hematokrit lebih tinggi dibanding kelompok kontrol karena paparan kronis asap kendaraan bermotor yang memicu hipoksia relatif dan kompensasi tubuh berupa peningkatan jumlah sel darah merah. Sementara penelitian (Sudarma, N., & Bintara, 2023) di Karangasem Bali menemukan adanya perubahan parameter hematologi pada pekerja bengkel yang memiliki kadar timbal darah lebih tinggi.² Akan tetapi, pada penelitian ini efek tersebut belum signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung literatur bahwa paparan timbal berpotensi memengaruhi nilai hematokrit, tetapi pada populasi pekerja bengkel



motor yang diteliti belum ditemukan hubungan yang signifikan. Hal ini bisa disebabkan oleh variasi individual, faktor adaptasi tubuh, serta faktor lingkungan kerja lainnya. (Pratiwi et al., 2021)

Referensi

- Ardillah, Y. (2016). Risk Factors of Blood Lead Level. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 7(3), 150–155.
- ATSDR. (2020). *Toxicological Profile for Lead*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Amalullia, D. (2016). Analisis Kadar Timbal (Pb pada Eyeshadow Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Dan Metode Destruksi Basah Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). (Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Bouida, L., Rafatullah, M., Kerrouche, A., Qutob, M., Alosaimi, A. M., Alorfi, H. S., & Hussein, M. A. (2022). Mechanism , Health Effects and Remediation Methods. *Water Review*, 14(28 October), 1–26.
- Delgado, R. (2022). Misuse of Beer-Lambert Law and other calibration curves. *Royal Society Open Science*, 9(2).
- Hidayat, R., & W. (2020). *Paparan Timbal dan Risiko Anemia pada Pekerja Industri.*” *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*.
- Hoffbrand, A. V., & Moss, P. A. H. (2019). *Hoffbrand’s Essential Haematology (7th ed.)*. Wiley-Blackwell.
- Ii, B. A. B. (2017). *Pengertian Logam Berat*. 11–34.
- Kassebaum, N. J. (2021). *The global burden of anemia*. *Hematology/Oncology Clinics*.
- Khan, K., Room, S. A., Bacha, A. U. R., Nabi, I., Ahmad, S., Younas, M., Ullah, Z., Iqbal, A., Alrefaei, A. F., Almutairi, M. H., Chang, J. W., & Chi, K. H. (2023). Assessment of heavy metals among auto workers in metropolitan city: a case study. *Frontiers in Public Health*, 11(November), 1–7.
- Lestari, I., & Fitriani, Y. (2018). “*Analisis Kadar Timbal Darah terhadap Kadar Hemoglobin dan Hematokrit pada Pekerja Bengkel di Kota Palembang.*” *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya*.
- Mayerhöfer, T. G., Pahlow, S., & Popp, J. (2020). The Bouguer-Beer-Lambert Law: Shining Light on the Obscure. *Chemphyschem : A European Journal of Chemical Physics and Physical Chemistry*, 21(18), 2029–2046.
- Niman A. Margareta. 2019. *Gambaran Kadar Timbal Dalam Darah Pekerja Bengkel Di Kelurahan Oesapa Kota Kupang*. KTI Program Studi Analisis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang.
- Nurhayati, S., Rachmawati, A., & Widodo, D. (2020). Analisis kadar timbal darah dan hubungannya dengan profil hematologi pada pekerja bengkel. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(1), 45–53.



- Organization, W. H. (2017). *Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity*. Geneva: WHO.
- Rodak, B. F., Fritsma, G. A., & Doig, K. (2016). *Hematology: Clinical Principles and Applications* (5th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Suryatini, K. Y., & Rai, I. G. A. (2018). Logam Berat Timbal (Pb) dan Efeknya pada Sistem Reproduksi. *Emasains*, 7(1), 1–6.
- Sinatra, dkk. 2020. Paparan Timbal (Pb) Terhadap Kadar Hemoglobin di dalam Darah. *Proceeding 1st Setia Budi–Cihams: USB Press*
- Utari, F. P., Efrida, E., & Kadri, H. (2018). Perbandingan Nilai Hematokrit dan Jumlah Trombosit antara Infeksi Dengue Primer dan Dengue Sekunder pada Anak di RSUP. Dr. M. Djamil. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(1), 118.
- World Health Organization. (2021). Lead poisoning and health.



Science Teknologi Unimerz Journal
LPPM Universitas Megarezky
Vol. xx, No. xx, Bulan, 20xx, pp. xxx -xxx



Science Teknologi Unimerz Journal
LPPM Universitas Megarezky
Vol. xx, No. xx, Bulan, 20xx, pp. xxx -xxx