

## Hubungan Kadar Timbal (Pb) dan Kadar Hemoglobin (Hb) pada Tukang Cat di Kota Makassar

### *The Relationship Between Lead (Pb) Levels and Hemoglobin (Hb) Levels in Painters in Makassar City*

Herman, Maulia Hardian Hayati, Adinda Ayu Zalsabila, Yaumul Fachni  
Tandjungbulu, Cut Indriputri

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Makassar

\*[hrachman715@gmail.com](mailto:hrachman715@gmail.com): 081354787659

#### ABSTRACT

*Lead-based paint is one of several sources contributing to lead poisoning. Painters are a profession at risk of lead exposure through the skin, respiratory tract, and digestive tract. This study aimed to determine hemoglobin (Hb) levels, blood lead (Pb) levels, and the relationship between lead levels and hemoglobin levels among painters in Makassar City. The research design used was observational with laboratory analysis, involving 30 blood specimens. Hemoglobin levels were measured using the cyanmethemoglobin method, while lead levels were analyzed with atomic absorption spectrophotometry (AAS). The results showed hemoglobin levels ranged from 9.6 to 15.2 g/dL, with 54% of the blood specimens within the normal range and 46% classified as abnormal. Blood lead levels ranged from <0.0001 to 0.7256 mg/L, with 63% of samples within the normal range and 37% exceeding the normal limit (0.1–0.25 mg/L). Spearman correlation analysis indicated a strong and significant relationship between lead and hemoglobin levels ( $r = -0.685$ ;  $p < 0.05$ ), where increased lead levels were associated with decreased hemoglobin levels. These findings suggest that lead exposure among painters may interfere with hemoglobin synthesis and cause anemia. Therefore, painters are advised to use standar personal protective equipment to reduce the risk of lead exposure and its associated health effects.*

**Keywords :** Lead (Pb) Toxicity, Hemoglobin (Hb), Painters, and Anemia

#### ABSTRAK

Cat bertimbal merupakan salah satu di antara beberapa sumber yang berkontribusi terhadap keracunan timbal. Tukang cat adalah profesi yang memiliki risiko terpapar timbal melalui kulit, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar hemoglobin (Hb), kadar timbal (Pb), dan hubungan antara kadar timbal terhadap kadar hemoglobin pada tukang cat di Kota Makassar. Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional laboratorik dengan spesimen darah sebanyak 30 tukang cat. Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan menggunakan metode *cyanmethemoglobin*, sedangkan kadar timbal dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan kadar hemoglobin bervariasi antara 9,6–15,2 g/dL, dengan 54% spesimen darah dalam batas normal dan 46% abnormal. Kadar timbal dalam spesimen darah berkisar <0,0001–0,7256 mg/L, dengan 63% spesimen darah normal dan 37% melebihi batas normal (0,1–0,25 mg/L). Uji korelasi Spearman menunjukkan hubungan yang kuat dan signifikan antara kadar timbal dan kadar hemoglobin ( $r = -0,685$ ;  $p < 0,05$ ), di mana peningkatan kadar timbal berhubungan dengan penurunan kadar hemoglobin. Temuan ini mengindikasikan bahwa paparan timbal pada tukang cat berpotensi mengganggu sintesis hemoglobin dan menyebabkan anemia, sehingga tukang cat diharapkan menggunakan alat pelindung diri sesuai standar untuk mengurangi risiko paparan timbal dan dampak kesehatan yang ditimbulkan.

Kata kunci : toksisitas timbal (Pb), hemoglobin (Hb), tukang cat, anemia

#### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang paling terdampak keracunan timbal. Paparan timbal diestimasi telah mengakibatkan dua puluh ribu sampai empat puluh ribu kematian dini di Indonesia pertahunnya dan mengakibatkan hilangnya lima ratus ribu hingga satu juta *Disability-*

*Adjusted Life Year* (DALY) per tahun pada masyarakat Indonesia (Zhou *et al*, 2022). Pengujian produk konsumen oleh LSM Pure Earth (2021) mengidentifikasi berbagai sumber pencemaran timbal lainnya, yaitu 60 persen peralatan masak logam yang diproduksi secara lokal, 33 persen kosmetik, 10 persen mainan anak-anak, dan 97 persen cat dekoratif yang diuji di Indonesia, memiliki kadar timbal yang tidak aman.

Kadar timbal (Pb) dalam darah diklasifikasikan sebagai rendah oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Dari Menteri Kesehatan (2002) di dalam dekrit Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1406/Menkes/XI/2002 tentang standar untuk kadar pengujian timbal (Pb) dalam spesimen manusia. Spesimen rambut, darah, dan urin dapat digunakan guna mengukur kadar timbal (Pb) di dalam tubuh manusia. Batas normal untuk kadar timbal (Pb) dalam darah 10 - 25 µg/dL, sesuai pedoman ditetapkan *Centers for Disease Control* (CDC) (Saad, 2020).

Timbal (Pb) dapat memasuki tubuh melalui kontak kulit, inhalasi oral atau pernapasan, atau dengan pencernaan. Begitu berada di dalam tubuh, dapat melakukan perjalanan melalui sistem peredaran darah mencapai ginjal, otak, saraf, dan tulang. Lebih dari 90% timbal (Pb) yang dicerna oleh sirkulasi terkait dengan sel darah merah, dimana dapat menyebabkan masalah kesehatan. Gejala masalah kesehatan termasuk mual, muntah, anoreksia, dan penurunan berat badan bersama dengan ketidaknyamanan lambung. Sementara itu, kelainan sistem neurologis, difusi ginjal, sistem kardiovaskular, dan proses produksi hemoglobin dihasilkan dari timbal berlebih ketika memasuki tubuh manusia (Elmayanti, 2023).

Ada dua jenis keracunan timbal yaitu keracunan akut, yang disebabkan oleh paparan yang terjadi dengan cepat, dan keracunan kronis. *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dan *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) menetapkan batasan kadar timbal lama kerja yaitu jika kadar timbal sangat tinggi di udara, paparan selama beberapa jam atau bahkan lebih singkat (1-2 jam) sehingga menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan, tergantung pada tingkat paparan dan sistem perlindungan yang digunakan. Analisis kandungan timbal dapat menggunakan spesimen darah, urine, dan rambut (Khanifah, 2020). Karena timbal (Pb) dapat memasuki aliran darah melalui sistem pencernaan dan pernapasan dan menghalangi produksi heme, timbal berpotensi memiliki konsekuensi jangka panjang. Enzim yang menghambat sintesis heme yaitu *Delta Aminolevulinic Acid Dehydratase* (ALAD) dan Ferrokatalase. Timbal (Pb) dengan demikian dapat menurunkan sintesis hemoglobin (Hb), yang dapat menyebabkan munculnya kondisi medis lebih lanjut (Shinta *et al*, 2020).

Dalam penelitian Mallongi *et al*. (2020) menemukan kadar rata-rata timbal dalam darah sebesar 25,2 µg/dL pada peserta yang dipilih secara acak pada komunitas di sepanjang wilayah pesisir Makassar. Hasil penelitian Irfani (2020) adanya hubungan antara kadar timbal dengan morfologi sel darah merah pada tukang cat di Kota Padang, dari 10 spesimen yang telah diteliti 8 spesimen (80%) diantaranya memiliki kadar timbal dalam darah yang melewati ambang batas normal sedangkan 2 spesimen (20%) lainnya masih dibawah normal. Hasil penelitian Ello (2023) rata-rata kadar timbal dalam darah yaitu 73,3 µg/dL yang melebihi nilai ambang batas dan didapatkan rata-rata kadar hemoglobin 13,4 g/dL sehingga ada hubungan yang signifikan antara kadar timbal terhadap kadar hemoglobin.

*The Global Lead Advice and Support Service* (GLASS) tahun 2010 menyatakan ada beberapa pekerjaan yang sangat rentan terpapar oleh timbal salah satu diantaranya yaitu pekerjaan yang menggunakan cat sebagai bahan utama seperti proses pengecatan. Pekerja yang melakukan pengecatan akan rentan terpajan timbal yang terkandung di dalam cat tersebut. Timbal di dalam cat berfungsi sebagai zat anti korosi pada bahan yang mudah berkarat dan sebagai bahan pigmen warna dalam cat. Berdasarkan hasil penelitian Irfani (2020) dampak gangguan kesehatan akibat terpapar timbal (Pb) pada hemoglobin (Hb) sebanyak 10 spesimen (100%), mengalami kelainan morfologi sel darah merah yang berhubungan erat dengan kadar hemoglobin (Hb). Hal ini terjadi karena penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang tidak sesuai dengan standar.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kadar hemoglobin (Hb), kadar timbal (Pb) dan hubungan kadar timbal (Pb) terhadap kadar hemoglobin (Hb) pada tukang cat di Kota Makassar.

## **METODE**

### **Desain, tempat dan waktu**

Observasional laboratorik, yaitu melakukan uji laboratorium untuk menganalisis kadar hemoglobin (Hb) dan kadar timbal (Pb) pada tukang cat di Kota Makassar. Pemeriksaan spesimen darah ini dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar dan Laboratorium Hematologi Poltekkes Kemenkes Makassar Jurusan Teknologi Laboratorium Medis. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 - 23 April 2025.

### **Jumlah dan cara pengambilan sampel**

Populasi pada penelitian ini adalah semua tukang cat di Kota Makassar. Spesimen penelitian ini adalah spesimen darah tukang cat sebanyak 30 spesimen. Teknik pengambilan sampel penelitian yaitu teknik *Purposive Sampling*. Penentuan jumlah sampel dilakukan dengan menghitung menggunakan rumus *Lemeshow*.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer atau fotometer dengan filter 540 nm, Spektrofotometer Serapan Atom, tabung reaksi, klinipet, tip, vacutainer, tabung EDTA, *tourniquet*, labu ukur, gelas kimia, *hot plate*, pipet tetes, gelas ukur, pipet ukur, botol reagen, corong, dan bulb. Bahan yang digunakan adalah spesimen darah, larutan drabkin, *tissue*, kapas alkohol, Asam Nitrat Peekat ( $\text{HNO}_3$ ), aquabidest, dan larutan standar logam timbal (Pb).

### **Prosedur Kerja**

#### 1. Pemeriksaan Hemoglobin Metode *Cyanmethemoglobin*

Memasukkan 5 ml larutan drabkin dalam tabung reaksi, memipet 20  $\mu\text{l}$  dengan pipet mikro atau pipet sahli. Kelebihan darah yang melekat pada bagian luar pipet dihapus dengan tissue, darah dalam pipet dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan drabkin, pipet dibilas beberapa kali dengan larutan drabkin tersebut, campur larutan ini dengan cara menggoyang - goyangkan tabung secara perlahan - lahan hingga larutan menjadi homogen, dan biarkan selama 3 menit, baca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm, sebagai blanko digunakan larutan drabkin, kemudian kadar hemoglobin ditentukan dengan perbandingan antara absorbansi spesimen dengan absorbansi standar.

#### 2. Pemeriksaan Timbal Metode Spektrofotometer Serapan Atom

Sebanyak  $\pm 2-3$  mL darah diambil dari pasien menggunakan tabung EDTA. Sebanyak 0,5 mL darah dipindahkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat secara perlahan. Campuran dipanaskan pada *hot plate* pada suhu  $80-100^\circ\text{C}$  hingga larutan menjadi jernih. Untuk memastikan oksidasi sempurna bahan organik, ditambahkan beberapa tetes  $\text{H}_2\text{O}_2$ , lalu larutan didinginkan dan diencerkan dengan aquades hingga volume akhir 10 mL. Larutan baku induk timbal 1000 ppm disiapkan dengan melarutkan 1,5985 g  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dalam aquades dan  $\text{HNO}_3$  pekat, kemudian diencerkan dalam labu ukur 1000 mL. Larutan ini diencerkan bertahap untuk memperoleh larutan 100 ppm dan 10 ppm. Dari larutan 10 ppm dibuat larutan standar dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; dan 0,5 ppm. Kurva baku dibuat dengan mengaspirasikan deret standar (0,1-5 ppm) ke dalam nyala udara-asetilena pada panjang gelombang 283,3 nm menggunakan lampu katoda timbal, dan dicatat nilai absorbansinya. Pengukuran spesimen dilakukan dengan mengaspirasikan larutan hasil destruksi ke dalam SSA, dan nilai absorbansi yang diperoleh dibandingkan dengan kurva baku untuk menentukan kadar timbal dalam darah.

### **Pengolahan dan analisis data**

Data yang diperoleh dianalisis terlebih dahulu secara deskriptif dalam bentuk narasi dilengkapi pemaparan tabel hasil pemeriksaan. Kemudian analisis data di lanjutkan dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Program For Social Science*) untuk mengetahui hubungan suatu nilai yang memberikan kuatnya pengaruh atau hubungan antara variabel dengan variabel lain yaitu uji korelasi *spearman*.

## HASIL

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tanggal 14 - 23 April 2025 di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar dan Laboratorium Hematologi Poltekkes Kemenkes Makassar Jurusan Teknologi Laboratorium Makassar. Spesimen yang digunakan yaitu spesimen darah. Adapun hasil penelitian yang dimaksud dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

### 1. Karakteristik Tukang Cat

Tabel 1  
Distribusi Frekuensi Tukang Cat Berdasarkan Usia dan Lama Kerja di Kota Makassar

Variabel	N	%	Mean $\pm$ SD	Min $\pm$ Max
<b>Umur</b>				
< 25 tahun	5	16,7	38,47 $\pm$ 11,67	23 $\pm$ 60
26 - 35	11	36,7		
> 36 tahun	14	46,6		
<b>Masa Kerja</b>				
< 5 tahun	6	20	13,97 $\pm$ 9,45	3 $\pm$ 36
> 5 tahun	24	80		

Sumber : Data Primer 2025

Tabel 1 menunjukkan bahwa variable umur tukang cat di Kota Makassar terbanyak umur >36 tahun sebanyak 14 orang (46,6%), disusul umur 26-35 tahun sebanyak 11 orang (36,7%) dan umur <25 tahun sebanyak 5 orang (16,7%) dengan rata umur tukang cat 38,47 tahun. Selanjutnya variabel masa kerja terbanyak masa kerja >5 tahun sebanyak 24 orang (80%) dan disusul masa kerja <5 tahun diperoleh sebanyak 6 orang (20%).

### 2. Kadar Hemoglobin Tukang Cat

Tabel 2  
Distribusi Frekuensi Kadar Hb Dalam Darah Tukang Cat di Kota Makassar

Kadar Hb	N	%	Mean $\pm$ SD	Min $\pm$ Max
Normal	16	54	12,143 $\pm$ 1,5110	9,6 $\pm$ 15,2
Tidak Normal	14	46		
Total	30	100		

Sumber: Data Primer 2025

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 30 orang tukang cat di Kota Makassar, diperoleh kadar Hb normal sebanyak 16 orang (54%) dan kadar Hb tidak normal sebanyak 14 orang (46%).

### 3. Kadar Timbal Tukang Cat

Tabel 3  
Distribusi Frekuensi Kadar Timbal Dalam Darah Tukang Cat di Kota Makassar

Kadar Pb	N	%	Mean $\pm$ SD	Min $\pm$ Max
Normal	19	63	0,1611 $\pm$ 0,2401	<0,0001 $\pm$ 0,7256
Tidak Normal	11	37		
Total	30	100		

Sumber: Data Primer 2025

Tabel 3 menunjukkan bahwa dari 30 orang tukang cat di Kota Makassar, diperoleh kadar Pb yang normal sebanyak 19 orang (63%) dan kadar Pb yang tidak normal sebanyak 11 orang (37%).

#### 4. Analisis Hubungan Kadar Timbal Terhadap Kadar Hemoglobin

Tabel 4  
Hasil Analisa Korelasi *Spearman* Kadar Pb Terhadap Hb Pada Tukang Cat di Kota Makassar

			Kadar Pb	Kadar Hb
Spearman's rho	Kadar Pb	Correlation Coefficient	1,000	-,685**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	30	30
	Kadar Hb	Correlation Coefficient	-,685**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	30	30

Sumber : Output SPSS 25

Tabel 4. menunjukkan nilai sig.  $0,000 < 0,05$ . Oleh karena itu  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, Artinya terdapat hubungan antara kadar timbal (Pb) terhadap kadar hemoglobin (Hb). Nilai koefisien korelasi  $-0,685$ , bertanda negatif menunjukkan adanya hubungan berlawanan antara variabel, dalam hal ini peningkatan salah satu variabel menyebabkan penurunan variabel lain. Nilai koefisien korelasi  $0,685$  menunjukkan adanya hubungan yang kuat. Peningkatan kadar Pb dapat menyebabkan menurunnya kadar hemoglobin.

#### PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui kadar hemoglobin dan kadar timbal dalam darah tukang cat di Kota Makassar. Pertama - tama responden diberikan penjelasan mengenai penelitian yang akan dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan pengisian informed consent. Setelah itu dilakukan pengambilan spesimen darah yang ditampung menggunakan tabung EDTA kemudian diberi label sesuai dengan identitas responden. Tujuannya agar spesimen tidak tertukar dengan spesimen yang lainnya, karena jika spesimen tertukar dapat mempengaruhi hasil dan data responden. Setelah itu spesimen diletakkan dalam coolbox kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Karakteristik tukang cat di Kota Makassar berdasarkan tabel 1. variabel umur diperoleh terbanyak umur  $>36$  tahun sebanyak 14 orang (46,6%), disusul umur 26-35 tahun sebanyak 11 orang (36,7%) dan umur  $<25$  tahun sebanyak 5 orang (16,7%) dengan rata umur tukang cat 38,47 tahun. Selanjutnya variabel masa kerja terbanyak masa kerja  $>5$  tahun sebanyak 24 orang (80%) dan disusul masa kerja  $<5$  tahun diperoleh sebanyak 6 orang (20%) dengan rata-rata 13,87 tahun. Temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampel penelitian didominasi oleh umur  $>36$  tahun dan lama kerja  $>5$  tahun. Hal ini berpotensi keracunan Pb karena kemampuan detoksifikasi zat beracun semakin menurun. Sarman (2023) menyatakan bahwa prevalensi penyakit tidak menular (PTM) seperti hipertensi dan diabetes mellitus meningkat tajam pada kelompok usia lanjut. Data epidemiologis menunjukkan bahwa individu berusia di atas 55 tahun memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan metabolik dan vaskular. Bertambahnya usia memperlambat metabolisme, menurunkan sensitivitas insulin, dan memengaruhi fungsi organ-organ vital. Sekaitan dengan Durasi kerja yang lama di lingkungan tertentu dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit akibat paparan faktor pekerjaan. Menurut Saputra et al. (2023), individu yang telah bekerja lebih dari 10 tahun di lingkungan dengan stres tinggi atau paparan bahan kimia memiliki prevalensi hipertensi dan gangguan kardiovaskular yang lebih tinggi. Lama kerja memengaruhi akumulasi paparan risiko seperti tekanan mental, ergonomi yang buruk, dan paparan bahan toksik.

Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dan kadar timbal pada tukang cat di kota makassar tabel 2. dan tabel 3. diperoleh bahwa kadar Hb normal sebanyak 16 orang (54%) dan kadar Hb tidak normal sebanyak 14 orang (46%), dengan rata 12,14 g/dl, dan juga diperoleh kadar Pb yang normal sebanyak 19 orang (63%) dan kadar Pb yang tidak normal sebanyak 11 orang (37%),

dengan rata-rata 0,1611 mg/l. Data tersebut menunjukkan bahwa tukang cat di Kota Makassar telah mengalami penurunan kadar Hb sebanyak 46% dan peningkatan kadar Pb.37%. Hal ini, sesuai dengan teori yang telah dikemukakan oleh Sarman (2023) menyatakan bahwa PTM seperti hipertensi dan diabetes mellitus termasuk keracunan Pb dipengaruhi oleh meningkatnya umur yang memperlambat metabolisme dan fungsi organ tubuh. Selanjutnya menurut. Menurut Saputra et al. (2023), yang menyatakan individu dengan lama kerja yang lama memengaruhi akumulasi paparan risiko seperti tekanan mental, ergonomi yang buruk, dan paparan bahan Pb. Juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan Ello tahun 2023 tentang hubungan kadar timbal dan kadar hemoglobin dalam darah pada polantas di Kota Kupang, didapatkan hasil kadar timbal tertinggi sebesar 3,22 mg/L dan hasil terendah 0,31 mg/L serta rerata kadar timbal 0,733 mg/L. Menurut Menteri Kesehatan (2002) dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/IX/2002 Nilai ambang batas kadar timbal dalam spesimen darah pada orang dewasa normal adalah 0,1 - 0,25 mg/L. Tingginya kadar Timbal dalam darah dikarenakan tukang cat terpapar langsung dengan proses pengecatan mobil. Bahan kimia yang terdapat dalam cat dan digunakan untuk proses pengecatan seperti Timbal (Pb) dan toluena bahwa paparan timah hitam (Pb) pada pekerja melalui saluran nafas berasal dari debu atau asap kendaraan bermotor di udara. Ketika cat disemprotkan, pekerja akan terpapar bukan hanya oleh uapnya, akan tetapi juga dari mist, yaitu kumpulan partikel halus berupa cairan. Bentuk tersebut akan sangat mudah terhirup oleh tukang cat atau masuk ke dalam kulit, terutama jika tidak mengenakan masker dan pakaian kerja yang tepat.

Hubungan kadar Pb terhadap kadar Hb tabel 4. Berdasarkan analisa *Sperman*, diperoleh hubungan antara kadar Pb dengan kadar Hb pada darah tukang cat di Kota Makassar dengan nilai sig.  $0,000 < 0,05$  dan hubungannya bersifat negatif, artinya peningkatan kadar Pb dapat menurunkan kadar Hb darah. Pada penelitian ini, hubungan ini dapat terjadi disebabkan oleh umur tukang cat didominasi oleh umur  $>36$  tahun. Hal ini sejalan dengan pendapat Sarman (2023) yang menyatakan bahwa PTM seperti hipertensi dan diabetes mellitus termasuk keracunan Pb dipengaruhi oleh meningkatnya umur yang memperlambat metabolisme dan fungsi organ tubuh. Kondisi ini mengakibatkan kemampuan tubuh detoksikasi terhadap bahan-bahan toksin termasuk Pb berkurang sehingga terjadi akumulasi Pb dalam tubuh. Juga sejalan dengan pendapat Saputra et al. (2023), yang menyatakan individu dengan lama kerja yang lama memengaruhi akumulasi paparan risiko seperti tekanan mental, ergonomi yang buruk, dan paparan bahan Pb. Bila kadar Pb dalam darah atau tubuh tukang cat bertambah akibat paparan yang jangka lama dan kemampuan tubuh yang telah menurun akibat bertambahnya umur, maka dapat mempengaruhi metabolisme Hb berupa terjadinya anemia dan keracunan Pb. Sehingga produktivitas tukang cat mengalami penurunan. Gejala anemia menurut Hoffbrand, A. V., & Moss, P. A. H. (2019) berupa Kelelahan (fatigue); Pusing (dizziness); Sesak napas (dyspnea) saat aktivitas ringan; Kulit pucat (pallor), Palpitasi (jantung berdebar), Sakit kepala, Kaki dan tangan dingin, Sulit konsentrasi, Nyeri dada (pada kasus berat), Kuku rapuh atau berbentuk sendok (koilonychia).

Hemoglobin merupakan protein globular yang mengandung zat besi dan merupakan komponen utama sel darah merah sehingga menyebabkan warna merah pada eritrosit. Warna merah ini tergantung pada kadar hemoglobin dalam sel darah. Semakin tinggi kandungan Hb dalam sel darah, maka semakin gelap atau pekat pada warna darahnya. Hemoglobin memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen (O<sub>2</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam sistem pernafasan. Oleh karena itu, hemoglobin bertanggung jawab untuk memasok oksigen ke jaringan (Maharani et al, 2020).

Kadar hemoglobin yang tidak normal di dalam darah didapatkan setelah paparan terus menerus dan dalam waktu yang lama, sehingga paparan timbal pada tukang cat di kota makassar berasal dari cat yang bertimbal. Cat bertimbal bisa masuk ke dalam tubuh melalui berbagai cara yaitu melalui saluran pernafasan (inhalasi), saluran pencernaan (oral), maupun kontak kulit (dermal). Tingginya kadar Timbal dalam darah dikarenakan tukang cat terpapar langsung dengan proses pengecatan mobil yang diakibatkan karena penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang tidak sesuai dengan standar. Paparan timbal yang masuk akan terakumulasi di dalam darah dapat menyebabkan gangguan sintesis hemoglobin (Roshelaria, 2020).

Timbal (Pb) dapat menghambat kadar hemoglobin dalam darah melalui mekanisme,

yaitu:  $\delta$ -Aminolevulinic Acid Dehydratase ( $\delta$ -ALAD) berperan penting dalam sintesis heme, yang merupakan komponen utama dalam hemoglobin. Enzim ini mengkatalisis reaksi yang mengubah asam amino menjadi porfirin, yang kemudian digunakan untuk membentuk heme. Timbal dapat mengikat situs aktif dari  $\delta$ -ALAD, menghambat kemampuannya untuk berfungsi dengan baik. Akibatnya, produksi porfirin terganggu, yang mengarah pada penurunan sintesis heme dan mengurangi kadar hemoglobin. *Ferrochelatase* adalah enzim yang mengkatalisis penggabungan ion besi ke dalam protoporfirin IX untuk membentuk heme. Timbal dapat menghambat aktivitas *ferrochelatase* dengan mengikat situs aktif enzim. Hal ini menyebabkan penurunan efisiensi penggabungan besi, yang sangat penting untuk pembentukan hemoglobin. Tanpa heme yang cukup, produksi hemoglobin akan terhambat. Sehingga Dengan terhambatnya kedua enzim ini, proses sintesis hemoglobin menjadi tidak efisien. Kadar hemoglobin dalam darah menurun, yang dapat menyebabkan anemia (Sudarma *et al*, 2023).

Anemia merupakan penyakit akibat kurangnya sel darah merah. Sel darah merah tersusun atas hemoglobin, yang merupakan pekerja utama dalam mendukung fungsi darah sebagai transportasi oksigen dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru. Paparan bahan tercemar timbal secara berkelanjutan dapat menyebabkan gangguan pada organ tubuh yang lainnya seperti hati, syaraf, dan sistem reproduksi (Putra A *et al*, 2023).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan, maka dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut kadar hemoglobin menunjukkan variasi mulai dari 9,6 g/dl hingga 15,2 g/dl. Dari keseluruhan spesimen, sebanyak 16 spesimen (54%) memiliki kadar hemoglobin dalam batas normal, sedangkan 14 spesimen (46%) menunjukkan kadar hemoglobin yang abnormal. Kadar timbal dalam darah menunjukkan variasi kadar timbal mulai dari <0,0001 mg/L hingga 0,7256 mg/L. Dari keseluruhan spesimen, 19 spesimen (63%) memiliki kadar timbal dalam batas normal, sedangkan 11 spesimen (37%) memiliki kadar timbal yang melebihi batas normal. Terdapat pengaruh yang kuat kadar timbal terhadap kadar hemoglobin pada tukang cat di Kota Makassar.

## SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang dilakukan, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut: Pekerja tukang cat sebaiknya menggunakan APD yang sesuai dengan standar keselamatan pada saat bekerja dan rutin melakukan pemeriksaan kesehatan khususnya timbal sehingga dapat mengurangi risiko terpaparnya kadar timbal (Pb) tinggi, kadar hemoglobin (Hb) rendah dan menghindari terjadinya keracunan baik akut maupun kronik. Untuk peneliti selanjutnya agar melakukan pemeriksaan morfologi eritrosit serta melanjutkan pemeriksaan kadar timbal dengan target lain seperti tukang parkir, bengkel dan supir angkot menggunakan spesimen urine dan rambut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian naskah penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ello, D.S. (2023). *Hubungan Kadar Timbal (Pb) dan Kadar Hemoglobin (Hb) Dalam Darah Pada Polisi Lalu Lintas (POLANTAS) Di Kota Kupang*. Universitas Perintis Indonesia : Program Studi Teknologi Laboratorium Medis.
- Elmayanti, E. (2023). *Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Spesimen Urin Pekerja Bengkel Kendaraan Roda Dua di Banjar Alas Arum*. Denpasar Selatan (Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika Bali).
- Hoffbrand, A. V., & Moss, P. A. H. (2019). *Essential Haematology* (7th ed.). WileyBlackwell.
- Irfani, D.S. (2020). *Hubungan Keracunan Timbal (Pb) dengan Morfologi Sel Darah Merah pada Tukang Cat Mobil di Kota Padang*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang : Sarjana Terapan Analisis Kesehatan.

- Khanifah, F. (2022). *Hubungan Kadar Timbal (Pb) Pada Rambut dan Darah Pekerja Bengkel Motor sebagai Bioindikator di Kabupaten Jombang*. Jurnal Wiyata: Penelitian Sains Dan Kesehatan, 9(2), 142.
- Mallongi, dan Anwar. (2020). *Effect of Lead and Cadmium to Blood Pressure on Communities along Coastal Areas of Makassar, Indonesia*. Enfermería Clínica 313-317.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2002). Keputusan Menteri Kesehatan Nomor: 1406/MENKES/SK/XI/2002 *Tentang Standar Pemeriksaan Kadar Timah Hitam pada Spesimen Biomarker Manusia*. Jakarta : Departemen Kesehatan.
- Putra, A., Sari, M. D., & Lestari, R. (2023). *Dampak Paparan Timbal terhadap Sistem Hematologi dan Organ Tubuh Lainnya*. Bandung: Penerbit Kesehatan Masyarakat Indonesia.
- Roshelaria. (2020). *Paparan Timbal dan Dampaknya terhadap Kadar Hemoglobin pada Pekerja Pengecatan Mobil*. Makassar: Penerbit Kesehatan Lingkungan.
- Saputra, A. U., et al. (2023). *"Hubungan Pekerjaan, Genetik, dan Usia Klien Dengan Kejadian Hipertensi di Puskesmas Petaling Kabupaten Banyuasin Tahun 2022"*. Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 1(6).
- Sarman. (2023). *Pengaruh Usia terhadap Penyakit Tidak Menular: Studi pada Hipertensi, Diabetes Mellitus, dan Paparan Timbal (Pb)*. Jakarta: Penerbit Kesehatan Indonesia.
- Saud, I. M. W., dan Purwati, P. (2020). *Gambaran Kadar Timbal (Pb) dalam Operator SPBU di Pasar Kliwon Kota Surakarta berlandaskan Umur*. Avicenna: Journal of Health Research, 3(2).
- Shinta, D. Y., dan Mayaserli, D. P. (2020). *Hubungan Kadar Timbal dan Kadar Hemoglobin Dalam Darah Perokok Aktif*. Prosiding Seminar Kesehatan Perintis, 3(1), 134–138.
- Sudarma, I. M., Widyastuti, N. M. S., & Prasetya, D. (2023). *Pengaruh Paparan Timbal terhadap Sintesis Hemoglobin melalui Inhibisi Enzim  $\delta$ -ALAD dan Ferrochelatase pada Pekerja Industri*. Yogyakarta: Penerbit Sains Medika.
- Zhou dan Nan. (2022). *Trends in global burden of diseases attributable to lead exposure in 204 countries and territories from 1990 to 2019*. Frontiers in Public Health 10:103639