

**Article Research****Hubungan kadar timbal (PB) dengan kadar ion kalsium (Ca<sup>2+</sup>) pada operator SPBU****Sakinah Nur Fadillah**

Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Sandi Karsa Makassar, Indonesia



Article Info	Abstract
<b>Article History:</b>  Received 2022-02-05  Accepted 2022-04-30  Published 2022-06-01  <b>Keywords:</b> <i>calcium ion levels;</i> <i>gas station operator;</i> <i>lead level.</i>	<p>Timbal (Pb) menyebabkan gangguan penyerapan ion kalsium (Ca<sup>2+</sup>). Tujuan penelitian ini untuk mengukur kadar Pb, kadar Ca<sup>2+</sup> dan hubungan kadar Pb dan Ca<sup>2+</sup>. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan cross-sectional. Data diperoleh dari wawancara, dan kuisiner. Pengukuran Pb darah menggunakan AAS dan pengukuran kadar Ca<sup>2+</sup> menggunakan metode fotometer. Sampel diambil dari 20 orang operator SPBU. Hasil dari penelitian ini adalah rerata kadar Pb dan kadar Ca<sup>2+</sup> dalam darah operator SPBU adalah 7,50 g/dl, dan 8,34 mg/dl, dan semakin tinggi kadar Pb maka semakin rendah kadar Ca<sup>2+</sup> dengan nilai p (&lt;0,001) dan nilai r (-0,767). Semakin tinggi kadar Pb maka semakin rendah kadar Ca<sup>2+</sup>.</p> <p>Lead (Pb) impaired absorption of calcium ions (Ca<sup>2+</sup>). The purpose of this study was to measure Pb levels, Ca<sup>2+</sup> levels and the relationship between Pb and Ca<sup>2+</sup> levels. This study was an observational study with a cross-sectional approach. Data obtained from interview and questionnaires. Measurement of blood Pb using AAS and measurement of Ca<sup>2+</sup> level using the photometer method. Samples were taken from 20 gas station operators. The result of this study was the average Pb levels and Ca<sup>2+</sup> levels in the blood of SPBU operators were 7,50 and 8,34, and the higher the Pb levels resulting in lower Ca<sup>2+</sup> levels.</p>

**Corresponding author : Sakinah Nur Fadillah****Email** : [nurfadillah.sakinah@yahoo.co.id](mailto:nurfadillah.sakinah@yahoo.co.id)

## Pendahuluan

Polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor antara lain karbon monoksida (O), nitrogen oksida (NOx), hidrokarbon (HC), dan timbal (Pb) (Saxena & Gosh, 2012). Menurut Suciani (2007), menyatakan bahwa *current exposure* (pemaparan sekarang) berlaku bila seseorang terpapar secara terus menerus dan dalam kurun waktu dua bulan. Jika pemaparan terhenti, kadar timbal juga akan turun secara perlahan. Mifbakhuddin dkk (2007), menyebutkan di Semarang Timur, rata-rata petugas operator pengisian bahan bakar umum memiliki kadar timbal yang melebihi batas ambang toksik yang ditetapkan oleh CDC (10 µg/dl) dengan nilai 13,35 µg/dl dan simpangan baku 5,33 µg/dl. Rosyidah & Jannah (2010) menyebutkan rata-rata kadar timbal darah petugas operator SPBU adalah 24,97 µg/dl. Begitupun dengan hasil penelitian Noviyanti (2015) di Makassar, kadar Pb dalam urine pegawai spbu berkisar antara 168 µg/L – 412 µg/L melampaui batas maksimum yang ditetapkan yakni 50 µg/L. Paparan timbal mempengaruhi metabolisme mineral dengan menghambat enzim 1- $\alpha$ -hidroksilase dalam tubulus ginjal, yang mengarah pada penurunan kalsitriol dan mengakibatkan gangguan penyerapan ion kalsium dalam saluran gastrointestinal dan tubulus ginjal (Dongre *et al.*, 2013). Ion kalsium dalam sel dibutuhkan dalam proses metabolisme enzim 1- $\alpha$ -hidroksilase. Ketika timbal masuk ke dalam sel, timbal akan berkompetisi dengan ion kalsium tetapi afinitas pengikatan timbal lebih tinggi dibandingkan dengan ion kalsium menyebabkan timbal menggantikan posisi ion kalsium pada metabolisme 1- $\alpha$ -hidroksilase (Hewison *et al.*, 2000; Gulson, 2001; Needleman, 2004). Barman & Ravibabu (2018) melaporkan bahwa pekerja pabrik baterai yang terpapar timbal menyebabkan kadar ion kalsium dalam serum darah turun.

Timbal dalam larutan, berupa Pb<sup>2+</sup> dan bersifat seperti Ca<sup>2+</sup> dalam proses biologis. Interaksi antara Pb<sup>2+</sup> dan Ca<sup>2+</sup> di seluruh organisme telah dikenal selama bertahun-tahun. Sebagai contoh, Ca<sup>2+</sup> menghambat penyerapan timbal dalam saluran pencernaan, dan penyimpanan jangka panjang timbal terjadi pada tulang (Needleman, 2004). Kontribusi pencemaran udara berasal dari sector transportasi. Kelompok masyarakat yang mempunyai risiko tinggi terpapar timbal, seperti supir angkutan umum, polisi lalu lintas, pekerja pabrik AKI dan baterai, dan operator SPBU (Ardillah, 2016, Barman & Ravibabu, 2018, Mifbahuddin dkk., 2007). Berdasarkan hal di atas, perlu dilakukan penelitian tentang adanya hubungan antara kadar Pb dan kadar ion kalsium pada operator SPBU yang ada di Makassar.

## Bahan Dan Metode

Rancangan penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan studi potong lintang (*cross sectional*), dengan populasi operator SPBU yang terpapar Pb. *Populasi dan Sampel* Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator SPBU di Kota Makassar yang aktif kerja. Sampel dalam penelitian ini adalah operator SPBU di Kota Makassar yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia ikut penelitian ini serta menandatangani informed consent. Kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu lama masa kerja  $\geq 2$  bulan dan pria atau wanita. Penentuan SPBU menggunakan metode purposive sampling yaitu SPBU yang bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini. *Metode Pengumpulan Data* Pengumpulan data dilakukan dengan pencatatan informasi status yaitu memperoleh informasi tentang karakteristik seperti umur, jenis kelamin, status merokok, penggunaan APD. Sampel darah diambil sebanyak 5 ml dari median cubital dengan menggunakan spuit 5 cc dan dipindah ke dalam 4 tube, 3 tube sebagai whole blood untuk pengukuran kadar Pb dan 1 tube digunakan untuk pengukuran kadar ion kalsium. Kadar Pb diukur menggunakan metode spektrofotometri dan kadar ion kalsium diukur menggunakan metode fotometri. *Analisis Data* yang diperoleh dilakukan analisis univariat bivariat. Hasilnya dinarasikan dan diperjelas oleh tabel atau grafik. Untuk uji statistik, analisis yang digunakan adalah uji beda dan uji Mann Whitney.

## Hasil

**Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian**

Variabel	Kelompok				Total n=30		p
	Kasus		Kontrol		n	%	
	n	%	n	%			
<b>Umur</b>							
17-25 Tahun	2	25,0	6	75,0	8	100%	0,071
26-35 Tahun	4	66,7	2	33,3	6	100%	
36-45 Tahun	9	81,8	2	18,2	11	100%	
46-55 Tahun	5	100,0	0	0,0	5	100%	
<b>Jenis Kelamin</b>							
Laki-Laki	16	76,2	5	23,8	21	100%	0,115
Perempuan	4	44,4	5	55,6	9	100%	
<b>Status Merokok</b>							
Baik	10	50,0	10	50,0	20	100	0,071
Sedang	3	100,0	0	0,0	3	100	
Buruk	7	100,0	0	0,0	7	100	
<b>Penggunaan APD</b>							
Ya	8	44,4	10	55,6	18	100	0,002
Tidak	12	100,0	0	0,0	12	100	
<b>Masa Kerja</b>							
<3 Tahun	4	28,6	10	71,4	14	100	0,000
>3 Tahun	16	100,0	0	0,0	16	100	
<b>Kadar Pb</b>							
>10	8	100,0	0	0,0	8	100	0,029
<10	12	54,5	10	45,5	22	100	

Tabel 1, menunjukkan 30 subjek penelitian terdiri atas 2 kelompok yaitu 20 kelompok operator SPBU dan 10 kelompok bukan operator SPBU. terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kasus dan kontrol pada variabel umur p (0,071), masa kerja p (0,000), dan kadar Pb (0,029), penggunaan APD p (0,002), sedangkan pada variabel jenis kelamin p (0,115) tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kasus dan kontrol.

**Tabel 2. Rerata rerata kadar timbal kadar ion kalsium dan dalam darah operator SPBU dan kontrol**

Kelompok	Kadar Timbal			p
	Mean±SD	Max	Min	
Operator SPBU	7,50±3,32	12	4	<0,001
Kontrol	0,001±0,00	0,001	0,001	
<b>Kadar Ion Kalsium</b>				
Operator SPBU	8,34±1,70	10,62	5,75	0,007
Kontrol	10,19±0,43	10,64	9,52	

Hasil pengukuran kadar timbal yang diukur dari 20 operator SPBU dan 10 kontrol dapat dilihat pada tabel 2. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata kadar Pb dalam darah operator SPBU 7,50 µg/dl dengan nilai tertinggi 12 µg/dl dan nilai terendah 4 µg/dl, dan rata-rata kadar Pb dalam kontrol 0,001 µg/dl dengan nilai tertinggi dan terendah 0,001 µg/dl. Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui adanya perbedaan kadar Pb antara subjek kelompok operator SPBU dan kelompok kontrol. Kadar ion kalsium dalam darah tercantum pada tabel 3. Rata-rata kadar ion

kasium dalam darah kelompok kasus adalah 8,34 mg/dl dengan nilai tertinggi 10,63 mg/dl dan nilai terendah 5,75 mg/dl, dan rata-rata kadar ion kalsium pada kelompok kontrol adalah 10,19 mg/dl dengan nilai tertinggi 10,64 mg/dl dan terendah 9,52 mg/dl. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar ion kalsium kelompok kasus rendah jika dibandingkan dengan nilai normal kalsium serum 9-11 mg/dl (Widman, 1999) dan dibandingkan dengan kontrol dengan rata-rata 10,19 mg/dl.

**Tabel 3. Uji Korelasi Kadar Timbal (Pb) dengan Kadar Ion Kalsium (Ca<sup>2+</sup>)**

Variabel	Kadar Ion Calsium		Kekuatan Korelasi
	p	r	
Kadar Pb	<0,001**	-0,767	Korelasi kuat

Tabel 3. Menunjukkan korelasi negative signifikan antara kadar Pb dengan kadar ion kalsium dengan p (<0,001) dan r = -0,767. Nilai ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar Pb, maka semakin rendah kadar ion kalsium. Hal ini sejalan dengan penelitian Barman dan Ravibabu (2018) yang melaporkan bahwa pekerja pabrik baterai yang terpapar timbal menyebabkan kadar ion kalsium dalam serum darah turun. Dobrakowski *et al* (2017) juga melaporkan pekerja yang terpapar timbal menurunkan jumlah ion-ion esensial dalam tubuh, salah satunya adalah ion kalsium.

## Pembahasan

Hasil pengukuran rata-rata kadar Pb dalam darah operator SPBU masih di bawah batas ambang toksik yang ditetapkan oleh CDC yaitu 10 µg/dl, walaupun nilai tertinggi (12 µg/dl) Pb dalam darah operator SPBU melewati batas ambang toksik CDC. Adanya perbedaan kadar Pb dalam darah operator SPBU disebabkan oleh lama kerja masing-masing operator SPBU. Timbal bersifat akumulatif, sehingga semakin lama seseorang terpapar timbal maka semakin tinggi kadar timbal dalam darah. Menurut Dobrakowski *et al* (2017), kadar ion Pb yang melebihi batas ambang toksik dapat menimbulkan keluhan anemia, gangguan tekanan darah, gangguan system saraf pusat dan kelelahan, dan menurunkan kadar ion kalsium dalam tubuh. Analisis ion kalsium dilakukan dengan metode fotometer. Ion Kalsium akan bereaksi dengan o-Cresolphthalein-Complexone membentuk warna ungu kompleks dalam suasana alkalis. Intensitas warna ungu tua yang terbentuk berbanding langsung dengan kadar kalsium dan dapat diukur dengan spektrofotometris dengan panjang gelombang antara 550 nm – 580 nm dengan absorbance max pada 570 nm. Rata-rata kadar ion kalsium dalam serum operator SPBU adalah 8,43 mg/dl, nilai ini menunjukkan rata-rata kadar ion kalsium petugas SPBU rendah jika dibandingkan dengan nilai normal kadar ion kalsium serum 9-11 mg/dl (Widman, 1999) dan dibandingkan dengan kontrol yang memiliki kadar ion kalsium dengan rata-rata 10,19 mg/dl.

Timbal adalah logam berat transisi yang bentuk ioniknya adalah +2 (Pb<sup>2+</sup>) (Casas & Sordo, 2011). Ion timbal (Pb<sup>2+</sup>) memiliki karakteristik yang mirip dengan Ca<sup>2+</sup> dan dengan kemampuan redoks yang sama, timbal menyebabkan efek toksik yang berbeda dari Ca<sup>2+</sup> (Mattos *et al.*, 2017). Pb<sup>2+</sup> menunjukkan beberapa kesamaan kimia dengan ion kalsium (Ca<sup>2+</sup>) yang dapat membantu menjelaskan mekanisme molekuler toksisitas timbal (Kirbereger & Yang, 2008). Paparan timbal mempengaruhi metabolisme mineral dengan menghambat enzim 1-α-hidroksilase dalam tubulus ginjal, yang mengarah pada penurunan kalsitriol dan mengakibatkan gangguan penyerapan ion kalsium dalam saluran gastrointestinal dan tubulus ginjal (Dongre *et al.*, 2013). Ion kalsium dalam sel dibutuhkan dalam proses metabolisme enzim 1-α-hidroksilase. Ketika Pb masuk ke dalam sel, Pb akan berkompetisi dengan ion kalsium tetapi afinitas pengikatan Pb lebih tinggi dibandingkan dengan ion kalsium menyebabkan Pb menggantikan posisi ion kalsium pada metabolisme 1-α-hidroksilase (Hewison *et al.*, 2000; Gulson, 2001; Needleman, 2004). Hasil analisis hubungan antara kadar Pb dengan kadar ion kalsium diperoleh nilai signifikansi (p) sebesar 0,001 dan memiliki nilai r sebesar -0,767. Berdasarkan nilai ini, maka dapat disimpulkan bahwa ada korelasi yang signifikan antara

kadar Pb dan kadar ion kalsium, sehingga hipotesis diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar Pb maka semakin rendah kadar ion kalsium dalam darah operator SPBU di Makassar.

### Kesimpulan Dan Saran

Semakin tinggi kadar timbal (Pb), semakin rendah kadar ion kalsium dalam serum. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan penambahan parameter kadar timbal udara, kecepatan angin, suhu, dan kelembaban udara sebagai parameter pendukung, dan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metabolit lain yang menjadi biomarker timbal dalam darah.

### Daftar Pustaka

- Ardillah Y. (2016). Faktor resiko kandungan timbal dalam darah. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 7 (3) : 150 – 155
- Barman T. & Ravibabu K. (2018). Effect of pb-exposure on serum calcium and phosphorus components among pb-battery manufacturing workers. *Journal of Chemical Health Risk*, 8 (3).
- Casas S. & Sordo J. (2011) Lead: chemistry, analytical aspects. *Environmental Impact and Health Effects*.
- Dobrakowski M. dkk. (2017). The effect of a short-term exposure to lead on the levels of essential metal ions, selected proteins related to them, and oxidative stress parameters in humans. *Oxidative Medicine and Cellular*.
- Dongre N., Suryakar N., Patil J., Hundekari A., & Devarnavadagi B. (2013). Biochemical effects of lead exposure on battery manufacture workers with reference to blood pressure, calcium metabolism and bone mineral density. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 28 65–70.
- Gulson L., Mizon J., Korsch J., & Taylor J. (2006). Low blood lead levels do not appear to be further reduced by dietary supplements, *Environ Health Perspect*, 114(8):1186-1192
- Hewison M., Zehnder D., Bland, R., & Stewart P.M. (2000). 1- $\alpha$ -hydroxylase and the action of vitamin d. *Journal of Molecular Endocrinology*, 25, 141-148
- Kirberger M. & Yang J. (2008). Structural differences between pb<sup>2+</sup> and ca<sup>2+</sup> binding sites in proteins: implications with respect to toxicity. *J Inorg Biochem*,102:1901–1909.
- Mifbahuddin., Endah N., & Suhartono. (2007). Hubungan kadar pb dalam darah dengan profil darah pada petugas operator stasiun pengisian bahan bakar umum di kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 6(1).
- Needleman H. (2004). Lead poisoning. *Annual Review of Medicine*, 55:209-220
- Noviyanti F. (2012). *Gambaran kadar timbal dalam urin pada Pegawai Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di kota Makassar* (Skripsi). Makassar : UIN Alauddin
- Rosyidah H. & Djannah N. (2010). Hubungan antara kadar pb dalam darah dengan kejadian hipertensi pada operator SPBU di kota Yogyakarta. *Kes Mas*, 4(2).
- Saxena P. & Gosh C. (2012). A review of assessment of benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene (btex) concentration in urban atmosphere of Delhi. *International Journal of the Physical Sciences*, 7 (6).
- Suciani S. (2007). *Kadar Timbal dalam darah polisi lalu lintas dan hubungannya dengan kadar hemoglobin*. (Tesis). Semarang: Universitas Diponegoro
- Widman, F.K., 1999, *Tinjauan klinis atas hasil pemeriksaan laboratorium*, Jakarta : EGC