

PEMERIKSAAN KADAR TIMBAL PADA SPESIMEN RAMBUT, URIN, DAN DARAH PETUGAS SAMPAH TPS 3R SUTOREJO

Fadhila Embun Sari

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya; fadhilaembun@gmail.com

Ayu Puspitasari

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya; ayupuspitasari25@gmail.com

Christ Kartika Rahayuningsih

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya; chrstkartika@gmail.com

ABSTRACT

Lead is one of the heavy metals that can cause health problems and is widely found in the environment. Lead level examination can use specimens of hair, urine, and blood. Hair can be used as an indicator of examination for lead poisoning that is internal and external. While urine is a screening test on lead poisoning. And the blood specimens is an overview of the level of lead absorbed by the body. The purpose of this research was to look at the content of lead levels in specimens of hair, urine, and blood of TPS 3R Sutorejo garbage officers. This research is a descriptive research with cross sectional design conducted at Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya in October 2020 – June 2021. The samples used were 10 garbage officers who were taken using purposive sampling techniques. The results showed that lead levels in the hair were between 0.108 µg/g – 0.239 µg/g, in urine 0.000095 mg/L – 0.00121 mg/L, and in blood 1,665 µg/dL – 4,785 µg/dL. All respondents (100%) have lead levels in specimens of hair, urine, and blood in the normal category. Examination using blood and urine specimens can be used to determine the level of lead that is collected in a short period of time. While in the long term can use hair specimens.

Keywords : Lead; Garbage Officer; Hair; Urine; Blood; Atomic Absorption Spectrometry

ABSTRAK

Timbal merupakan salah satu logam berat yang dapat menyebabkan permasalahan kesehatan dan banyak ditemukan di lingkungan. Pemeriksaan kadar timbal dapat menggunakan spesimen rambut, urin, dan darah. Rambut dapat dijadikan indikator pemeriksaan untuk keracunan timbal yang bersifat internal dan eksternal. Sedangkan urin merupakan *screening test* pada keracunan timbal. Dan darah menunjukkan gambaran kadar timbal yang terserap oleh tubuh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kandungan kadar timbal dalam spesimen rambut, urin, dan darah petugas sampah TPS 3R Sutorejo menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan rancangan *cross sectional* yang dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya pada bulan Oktober 2020 – Juni 2021. Sampel yang digunakan adalah 10 orang petugas sampah yang diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar timbal dalam rambut antara 0,108 µg/g – 0,239 µg/g, dalam urin 0,000095 mg/L – 0,00121 mg/L, dan dalam darah 1,665 µg/dL – 4,785 µg/dL. Semua responden (100%) memiliki kadar timbal dalam spesimen rambut, urin, dan darah dengan kategori normal. Pemeriksaan menggunakan spesimen darah dan urin dapat digunakan untuk mengetahui kadar timbal yang terabsorpsi dalam jangka waktu pendek. Sedangkan pada jangka waktu lama dapat menggunakan spesimen rambut.

Kata kunci : Timbal; Petugas sampah; Rambut; Urin; Darah; Spektrofotometri Serapan Atom

PENDAHULUAN

Salah satu logam berat yang dapat menyebabkan permasalahan kesehatan adalah Timbal. Unicef dan *Pure Earth* melaporkan pada bulan Juli (2020), 800 juta anak di dunia mengalami keracunan timbal karena pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh daur ulang baterai atau aki bekas yang tidak memenuhi standar, hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung timbal, produk kosmetik, mainan, bahan makanan, dan bumbu-bumbu yang tercemar timbal. Timbal yang masuk ke dalam tubuh akan beredar ke seluruh jaringan, terakumulasi dalam tubuh dan sisanya akan dikeluarkan pada urin sebanyak 75-80%, feses 15%, dan lainnya melalui empedu, keringat, rambut, dan kuku⁽¹⁰⁾.

Upaya penanganan dan pengolahan limbah tentunya tidak lepas dari adanya TPS (Tempat Pembuangan Sampah Sementara) dan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), namun pemerintah melakukan terobosan dengan

membuat tempat pengolahan lain seperti TPS 3R (Tempat Pengolahan Sampah dengan prinsip *Reduce, Recycle, Reuse*), dan TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu) ⁽⁶⁾. Salah satu terobosan yang diterapkan oleh pemerintah kota Surabaya dalam hal penanganan dan pengolahan limbah khususnya limbah rumah tangga adalah TPS 3R dengan maksud untuk mengurangi volume sampah yang masuk ke TPA. Salah satu TPS 3R yang menjadi percontohan di kota Surabaya adalah TPS 3R Sutorejo atau yang biasa disebut Super Depo Sutorejo. Disana, sampah dipilah sesuai dengan golongannya yaitu organik dan anorganik oleh petugas sampah. Petugas sampah di TPS 3R Sutorejo melakukan pemilahan sampah secara langsung setiap harinya, sehingga sangat berpotensi terpapar oleh timbal. Paparan yang diterima oleh petugas sampah berasal dari sampah yang mengandung timbal seperti limbah rumah tangga, baterai, aki, berbagai kemasan bekas yang berbahan logam, dan sebagainya ⁽¹¹⁾. Sehingga diperlukan pemeriksaan kadar timbal untuk mengetahui kondisi kesehatan petugas sampah yang terpapar timbal setiap harinya secara langsung. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/XII/2002 (2002) tentang Standar Pemeriksaan Kadar Timah Hitam Pada Spesimen Biomarker Manusia, yang dapat digunakan sebagai spesimen dalam pemeriksaan kadar timbal dalam tubuh adalah rambut, urin, dan darah.

Tirtaadi (2018) dalam penelitiannya tentang Studi di Tempat Pembuangan Sementara Mulyorejo Surabaya, menemukan kadar timbal dalam rambut petugas pengangkut sampah antara 0,123 – 0,167 mg/Nm³. Kadar tersebut masih dalam batas normal, namun petugas pengangkut sampah banyak mengalami keluhan kesehatan. Dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa rambut dapat dijadikan indikator pada pencemaran timbal yang bersifat eksternal maupun internal. Selain rambut, darah juga dapat dijadikan indikator dalam pemeriksaan timbal, karena ketika masuk ke dalam tubuh timbal akan berikatan dengan darah. Wiratama et al., (2018) dalam penelitiannya yang berjudul Studi Bioakumulasi Ion Logam Pb dalam Rambut dan Darah Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum, Jalan Sentosa, Samarinda, melakukan analisa kadar timbal menggunakan spesimen rambut dan darah. Ditemukan kadar timbal terendah dalam rambut sebesar 0,03 µg/mL dan tertinggi 0,07 µg/mL. Sedangkan pada darah ditemukan kadar timbal terendah sebesar 0,01 µg/mL dan tertinggi 0,07 µg/mL. Sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan pada kadar timbal terendah antara pemeriksaan menggunakan spesimen rambut dan darah, dan terdapat persamaan pada kadar timbal tertinggi antara pemeriksaan menggunakan kedua spesimen tersebut. Hasil kadar terendah diperoleh dari pekerja dengan lama kerja 1 tahun, sedangkan kadar tertinggi diperoleh dari pekerja dengan lama kerja 10 tahun.

Pemeriksaan lain yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar timbal dalam tubuh adalah menggunakan spesimen urin. Momongan et al., (2019) dalam penelitiannya yang berjudul Hubungan Lama Kerja dengan Paparan Timbal (Pb) dalam Urin pada Operator Percetakan di PT Manado Persada Madani menemukan kandungan timbal pada urin operator percetakan dengan kadar timbal rata-rata sampel yang diambil sebelum bekerja sebesar 0,23 mg/L dan kadar timbal rata-rata sampel yang diambil sesudah bekerja sebesar 0,22 mg/L. Penelitian tersebut menunjukkan tidak terdapat korelasi antara pemeriksaan kadar timbal dengan pengambilan sampel sebelum dan sesudah bekerja, namun terdapat korelasi antara lama kerja dengan kadar timbal pada urin operator percetakan dengan nilai 0,852 yang menunjukkan kategori korelasi sangat kuat. Pemeriksaan urin sendiri dianjurkan sebagai *screening test* pada keracunan timbal, karena urin merupakan salah satu sisa metabolisme tubuh yang dapat menunjukkan gambaran kesehatan seseorang seperti gambaran fungsi ginjal, saluran kemih baik bagian atas maupun bawah, fungsi hati, infeksi pada saluran kemih dan sebagainya ⁽¹⁰⁾. Kadar timbal yang sebenarnya dalam tubuh sangat mempengaruhi kondisi kesehatan seseorang khususnya petugas sampah. Sehingga, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis pemeriksaan kadar timbal pada spesimen rambut, urin, dan darah petugas sampah TPS 3R Sutorejo.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan rancangan *cross sectional* yang pemeriksaannya dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya pada bulan Oktober 2020 – Juni 2021. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data secara observasional yang diambil dari kuesioner sebagai media wawancara terhadap subjek penelitian dan melakukan pemeriksaan kadar timbal dalam rambut, urin, dan darah di laboratorium dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Data dari hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan nilai normalnya. Hasil pengukuran akan disajikan dalam bentuk tabel dan dijelaskan secara deskriptif.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada bulan April 2021 terhadap petugas sampah TPS 3R Sutorejo, diperoleh kadar timbal pada spesimen rambut, urin, dan darah yang dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar Timbal Spesimen Rambut, Urin, dan Darah Petugas Sampah TPS 3R Sutorejo

Kode Sampel	Darah ($\mu\text{g/dL}$)			Rambut ($\mu\text{g/g}$)			Urin (mg/L)		
	I	II	rata-rata	I	II	rata-rata	I	II	rata-rata
1	3,72	3,81	3,765	0,124	0,125	0,1245	0,00065	0,00073	0,00069
2	2,87	2,79	2,83	0,121	0,122	0,1215	0,00042	0,00041	0,000415
3	3,48	3,42	3,45	0,135	0,134	0,1345	0,00058	0,00062	0,0006
4	3,98	4,02	4	0,188	0,189	0,1885	0,00073	0,00069	0,00071
5	2,69	2,6	2,645	0,124	0,126	0,125	0,00024	0,00018	0,00021
6	1,61	1,72	1,665	0,109	0,107	0,108	0,00012	0,00007	0,000095
7	4,19	4,25	4,22	0,206	0,209	0,2075	0,00073	0,00085	0,00079
8	1,88	1,93	1,905	0,116	0,113	0,1145	0,00014	0,00022	0,00018
9	4,38	4,29	4,335	0,217	0,214	0,2155	0,00082	0,00096	0,00089
10	4,76	4,81	4,785	0,239	0,239	0,239	0,00108	0,00134	0,00121

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat kandungan timbal dalam spesimen rambut, urin, dan darah pada 10 petugas sampah TPS 3R Sutorejo. Kandungan timbal yang diperoleh akan dibandingkan dengan nilai normal timbal dalam tubuh menurut masing-masing spesimen. Pada spesimen rambut sebanyak 10 orang (100%) memiliki kandungan timbal pada spesimen rambut dengan kategori normal. Hal tersebut dapat dilihat dari keseluruhan hasil pemeriksaan kadar timbal yang berada antara 0,07-1,17 $\mu\text{g/g}$. Pada spesimen urin sebanyak 10 orang (100%), mempunyai kandungan timbal pada urin dengan kategori normal. Hal tersebut dapat dilihat dari keseluruhan hasil yang berada dibawah kriteria objektif kandungan timbal dalam tubuh yaitu sebesar 0,15 mg/L . Sedangkan kandungan timbal pada spesimen darah petugas sampah TPS 3R Sutorejo menunjukkan seluruh responden yang diteliti (100%), mempunyai kandungan timbal pada darah dengan kategori normal. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil kandungan timbal pada darah dibawah nilai normal yang ditetapkan oleh WHO yaitu 10 $\mu\text{g/dL}$.

PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada petugas sampah di TPS 3R Sutorejo menunjukkan adanya kadar timbal pada spesimen rambut, urin, dan darah seperti yang disajikan pada tabel 1. Kadungan timbal dalam tubuh petugas sampah TPS 3R Sutorejo tersebut dapat disebabkan karena paparan timbal yang diterima dari lingkungan tempat kerja. Timbal yang masuk ke dalam tubuh dapat melalui pernafasan, oral, dan penetrasi pada lapisan kulit. Timbal yang terhirup akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru, kemudian akan berikatan dengan darah dan ikut beredar ke seluruh jaringan, sehingga timbal dapat terakumulasi dalam tubuh ⁽⁵⁾. Meskipun hanya sekitar 5-10% timbal yang terserap melalui makanan, dan 30% dari inhalasi ⁽⁹⁾.

Akumulasi kadar timbal dalam tubuh, salah satunya dapat dilihat dengan adanya kandungan timbal dalam rambut. Protein struktural yang terkandung dalam rambut merupakan susunan dari asam-asam amino sistin dan sistein. Pada asam amino sistin mengandung ikatan sulfida (- S - S -), sedangkan sistein mengandung gugus sulfahidril (- SH). Kedua jenis asam amino ini memiliki kemampuan untuk mengikat logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh ⁽²⁾. Jika dilihat pada tabel 1 bahwa kandungan kadar timbal terendah pada petugas sampah TPS 3R Sutorejo sebesar 0,108 $\mu\text{g/g}$, sedangkan yang tertinggi sebesar 0,239 $\mu\text{g/g}$. Dengan nilai normal kadar timbal pada spesimen rambut sebesar 0,007-1,17 $\mu\text{g/g}$, menunjukkan bahwa kadar timbal dalam spesimen rambut petugas sampah TPS 3R Sutorejo termasuk dalam kategori normal meskipun diketahui petugas sampah tersebut setiap harinya terpapar oleh sampah yang mengandung timbal. Hal ini dapat disebabkan karena hanya 15% timbal yang mengendap dalam tubuh dari jumlah yang terserap, dan sisanya akan dikeluarkan melalui urin dan feses. Selain itu, keadaan fisiologi individu yang terpapar dan jenis senyawa diduga mempengaruhi besar dan kecepatan absorpsi sistem pencernaan dari timbal inorganik. Anak-anak diduga lebih tinggi tingkat absorpsinya dengan presentase 40-50%, dibandingkan dengan dewasa yang presentase absorpsinya hanya 3-10% ⁽¹¹⁾. Dengan kata lain, seseorang yang sudah terpapar timbal dari kecil akumulasi timbal dalam tubuhnya lebih tinggi daripada yang terpapar ketika dewasa. Hal ini ditunjukkan dengan kadar timbal tertinggi dalam spesimen rambut ditemukan pada responden dengan usia yang relatif muda yaitu 23 tahun, dan telah bekerja sebagai petugas sampah selama 6 tahun.

Selain pada spesimen rambut, pemeriksaan urin juga bisa digunakan untuk memberikan gambaran tentang keadaan kesehatan tubuh, termasuk tentang fungsi ginjal, fungsi hati, infeksi pada saluran kemih baik bagian atas

maupun bawah dan sebagainya. Senyawa timbal yang terlarut dalam darah akan diedarkan ke seluruh tubuh, dan masuk ke dalam sistem urinaria sebagai pembuangan terakhir. Diawali dengan masuk ke glomerulus yang merupakan tempat terjadinya proses pemisahan akhir dari semua senyawa yang dibawa darah. Glomerulus sendiri merupakan bagian dari ginjal, yang apabila terdapat senyawa timbal yang terakumulasi di sana, akan menyebabkan kerusakan ginjal⁽⁸⁾. Sehingga jika kadar timbal yang ditemukan dalam spesimen urin menunjukkan nilai yang tinggi, perlu adanya kewaspadaan karena diduga senyawa tersebut sudah terakumulasi dalam jumlah yang tinggi pada glomerulus. Jika dilihat pada tabel 1 bahwa kandungan timbal dalam spesimen urin petugas sampah TPS 3R Sutorejo yang tertinggi ditunjukkan dengan nilai 0,00121 mg/L, sedangkan yang terendah ditunjukkan dengan nilai 0,000095 mg/L. Jika dibandingkan dengan nilai normal pajanan okupasional pada spesimen urin yaitu 0,15 mg/L, kandungan timbal pada urin petugas sampah TPS 3R Sutorejo menunjukkan kategori normal. Kadar timbal tersebut sangat jauh dibawah nilai normal karena urin merupakan sisa metabolisme yang dikeluarkan setiap hari, dan sebanyak 75-80% kadar timbal yang masuk ke dalam tubuh akan diekskresikan melalui urin⁽¹⁾.

Kandungan kadar timbal juga dapat dilihat dari darah. Ketika timbal masuk kedalam tubuh melalui inhalasi, atau diabsorpsi oleh kulit, timbal akan berikatan dengan darah dan dialirkan ke seluruh jaringan serta organ tubuh. Sebanyak 80% timbal yang terserap dan masuk kedalam tubuh akan berikatan dengan sel-sel darah merah⁽⁴⁾. Terbukti dalam penelitian ini didapatkan kandungan timbal dalam spesimen darah petugas sampah TPS 3R Sutorejo, dengan konsentrasi terendah 1,665 µg/dL, dan yang tertinggi sebesar 4,785 µg/dL. Jika dibandingkan dengan nilai normal yang telah ditetapkan oleh WHO yaitu sebesar 10 µg/dL, kadar tersebut masih dalam kategori normal.

Pada masing-masing sampel rambut, urin, dan darah, kandungan kadar timbal terendah dimiliki oleh responden keenam, sedangkan tertinggi dimiliki oleh responden kesepuluh. Berdasarkan karakteristik responden, diketahui responden keenam berusia 75 tahun, dan sudah menjadi petugas sampah selama lebih dari 15 tahun, jika dibandingkan dengan responden kesepuluh yang baru berusia 23 tahun, dan menjadi petugas sampah selama 6 tahun disertai kebiasaan merokok. Dalam hal ini dapat diartikan bahwa usia dan lama kerja tidak selalu mempengaruhi kadar timbal. Diketahui responden keenam memiliki kebiasaan meminum susu dan makanan bergizi setiap hari. Konsumsi bahan makanan yang mengandung vitamin D dan kalsium dapat mengurangi kadar timbal yang terabsorpsi oleh tubuh, karena kedua zat tersebut dapat mengikat timbal, dengan merubah afinitas jaringan target timbal pada proses transport dan mekanisme absorpsi di usus yang menyebabkan timbal sulit terabsorpsi⁽³⁾. Sehingga pola konsumsi makanan bergizi tersebut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar timbal. Selain itu, riwayat merokok bisa jadi merupakan faktor tingginya kadar timbal dalam tubuh. 4 dari 10 orang responden merupakan perokok, dan 2 orang diantaranya memiliki kandungan timbal yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan responden lain yang tidak merokok. Namun jika dibandingkan kembali, kadar timbal pada masing-masing spesimen responden ketujuh tanpa kebiasaan merokok, menempati urutan 3 teratas setelah responden kesepuluh, dan kesembilan yang disertai kebiasaan merokok. Kadar timbal pada responden ketujuh menunjukkan nilai yang lebih tinggi, dari kadar timbal responden keempat yang memiliki kebiasaan merokok. Hal ini bisa terjadi karena faktor usia, dan lama kerja. Diketahui responden ketujuh ini berusia 41 tahun dan sudah bekerja sebagai petugas sampah selama 7 tahun, sedangkan responden keempat baru bekerja sebagai petugas sampah selama 5 tahun, dengan usia 23 tahun. Sehingga kadar timbal yang terdapat dalam tubuh tergantung pada individu masing-masing, baik dari segi makanan yang dikonsumsi, dan juga kemampuan tubuh mengabsorpsi timbal yang masuk ke dalam tubuh.

Dalam penelitian ini, sebagian besar responden memiliki kandungan timbal dalam tubuh dengan tingkatan yang sama antara pemeriksaan menggunakan spesimen rambut, urin, dan darah. Hal ini dapat terjadi karena faktor absorpsi tubuh. Namun terdapat perbedaan yang terlihat signifikan pada responden pertama yang memiliki jam kerja lebih dari 8 jam per hari, jika dilihat dari urutan kadar timbal tertinggi hingga terendah pada masing-masing spesimen, terdapat perbedaan tingkatan antara kadar timbal pada rambut dengan kadar timbal pada urin dan darah. Nilai kadar timbal tersebut didapatkan lebih tinggi pada spesimen urin dan darah. Hal ini dapat disebabkan karena ikatan pada hemoglobin ketika timbal masuk ke darah, dan proses ekskresi timbal yang terjadi setiap hari dan dibuang melalui urin. Sehingga intensitas paparan timbal yang diketahui dari lama jam kerja dalam sehari diduga mempengaruhi kadar timbal pada jenis spesimen yang diperiksa.

Dari pemaparan diatas dapat diartikan bahwa untuk mengetahui intensitas paparan timbal setiap hari, dapat dilihat dari pemeriksaan kadar timbal melalui spesimen urin dan darah. Namun jika ingin melihat timbal yang telah diabsorpsi oleh tubuh dalam waktu yang lama, dapat dilihat dari pemeriksaan kadar timbal pada spesimen rambut. Pada hasil wawancara, sebanyak 60% responden tidak mengalami keluhan kesehatan, dan sisanya 40% responden mengalami sakit kepala, mata berkunang-kunang dan mudah lemas. Hal tersebut tidak boleh diabaikan karena meskipun timbal yang masuk dalam tubuh jumlahnya sedikit, timbal tersebut akan terakumulasi dalam tubuh dan dapat menyebabkan efek keracunan terhadap berbagai fungsi organ yang membahayakan bagi tubuh

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah diperoleh kandungan timbal pada spesimen rambut petugas sampah TPS 3R Sutorejo, dengan kadar terendah sebesar 0,108 µg/g, sedangkan yang tertinggi sebesar 0,239 µg/g. Kadar timbal tersebut termasuk dalam kategori normal. Kandungan timbal pada spesimen urin petugas sampah TPS 3R Sutorejo yang terendah yaitu 0,000095 mg/L, dan yang tertinggi sebesar 0,00121 mg/L. Jika dibandingkan dengan nilai normalnya, kadar tersebut termasuk kategori normal. Kandungan timbal yang didapatkan pada spesimen darah petugas sampah TPS 3R Sutorejo masuk dalam kategori normal, dengan kadar tertinggi yaitu 4,785 µg/dL, dan yang terendah 1,665 µg/dL. Ketiga jenis spesimen yaitu rambut, urin, dan darah pada petugas sampah memiliki kandungan timbal namun masih dalam batas normal. Untuk mengetahui paparan timbal setiap harinya atau dalam jangka waktu pendek, dapat dilihat dari pemeriksaan kadar timbal menggunakan spesimen urin dan darah. Sedangkan untuk kadar timbal yang sudah terabsorpsi oleh waktu yang lama, dapat dilihat dari pemeriksaan kadar timbal menggunakan spesimen rambut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Azhari, F. Hubungan Kadar Timbal pada Urin dan Karakteristik Individu dengan Kejadian Anemia pada Pedagang Wanita di Terminal Bus Kampung Rambutan Jakarta Timur; 2014.
2. Hidayati, E. N. Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb Dalam Rambut Dengan AAS. Indonesian Journal of Chemical Science; 2014. 3(1).
3. Humairo, M. V., & Keman, S. Kadar Timbal Darah Dan Keluhan Sistem Syaraf Pusat Pada Pekerja Percetakan Unipress Surabaya. Jurnal Kesehatan Lingkungan; 2017. 9(1). 48–56.
4. Huwaida, T., Rahardjo, M., & Setiani, O. Faktor-Faktor Risiko yang Berhubungan Dengan Konsentrasi Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Pekerja di Perusahaan Rokok Wido di Kabupaten Kudus. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro; 2016. 4(3). 911–920.
5. Irianti, T. T., Kuswadi, Nuranto, S., & Budiyatni, A.. Logam Berat Dan Kesehatan (Issue January 2017). 2017
6. KEMENPU. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia; 2013.
7. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/XII/2002. Standar Pemeriksaan Kadar Timah Hitam Pada Spesimen Biomarker Manusia; 2002.
8. Momongan, A., Rokot, A., & Watung, T. Hubungan Lama Kerja Dengan Paparan Timbal (Pb) Dalam Urine Pada Operator Percetakan Di Pt Manado Persada Madani Long Standing Relationship With Lead (Pb) Exposure in Urine At Pt Manado Persada Madani; 2019.
9. Palar, H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta; 2012.
10. Permatasari, S. Studi Kadar Timbal (Pb) Dalam Urin Supir Angkutan Umum di Kampus UIN Alauddin Makassar Samata – Gowa. UIN Alauddin Makassar.Sadipun. (2018). Gambaran Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Mekanik Bengkel Motor di Kelurahan Kuanino Kota Kupang. Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang; 2012.
11. Tirtaadi, T. Hair Pb Levels, Work Duration and Health Complaints, of Waste Officers on Temporary Dump Site (Study on Dumpster Temporary Dump Site Mulyorejo Surabaya). Jurnal Kesehatan Lingkungan; 2018. 9(2). 122. <https://doi.org/10.20473/jkl.v9i2.2017.122-134>
12. UNICEF Indonesia. Penelitian Terbaru: Sepertiga Anak Anak Dunia Mengalami Keracunan Timbal.
13. Wiratama, S., Sitorus, S., & Kartika, R. (2018). Studi Bioakumulasi Ion Logam Pb Dalam Rambut dan Darah Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum, Jalan Sentosa, Samarinda. Jurnal Atomik; 2020. 03(1). 1–8.